شرکت انتشارات فنی ایران

علل خرابی قطعات



انتشارات شرکت جان دیر

ترجمه سودابه ساعدی

به نام خدا

علل خرابی قطعات

راهنمای مصور تحلیل خرابی قطعات در خودروهای سبک و سنگین

انتشارات شرکت جان‌دیر

ترجمهٔ سودابه ساعدی

شرکت انتشارات فنی ایران

شرکت انتشارات فنی ایران

علل خرابی قطعات

کتاب شمارهٔ ۲۳۹

انتشارات شرکت جان‌دیر
ترجمهٔ سودابه ساعدی
ویرایش مهندس احمد خندان
نسخه‌پردازان ابوالفضل بیرامی، مسعود رژدام
چاپ اول ۱۳۸۵
لیتوگرافی نصر
چاپ سعیدنو
۲۰۰۰ نسخه

دفتر مرکزی انتشارات: خیابان میرعماد شمارهٔ ۵۰، تهران ۱۵۸۷۷۳۶۵۱۱، تلفن: ۸۸۵۰۵۰۵۵
مرکز پخش: خیابان ابوریحان، خیابان روانمهر شمارهٔ ۳۶، تهران ۱۳۱۵۸، تلفن: ۶۶۴۹۰۱۴۶
www.entesharat.com info@entesharat.com

◇

علل خرابی قطعات: راهنمای مصور تحلیل خرابی قطعات در خودروهای سبک و سنگین / ترجمه سودابه ساعدی. -- تهران: شرکت انتشارات فنی ایران، ۱۳۸۵.
۲۱۵ ص.: مصور. -- (شرکت انتشارات فنی ایران؛ ۲۳۹)
ISBN: 964-389-151-8
فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیپا.
عنوان اصلی: Identification of parts failures, c1999.
۱. ماشین‌آلات -- نگهداری و تعمیر. ۲. قطعات ماشین. الف. ساعدی، سودابه، مترجم. ب. عنوان: راهنمای مصور تحلیل خرابی قطعات در خودروهای سبک و سنگین.
۸ ع ۱۵۳ TJ ۶۲۱/۸۱۶
کتابخانه ملی ایران ۱۰۴۲۵-۸۵م

پیشگفتار ناشر

چرا سقف خانهٔ نوساز چکه می‌کند؟ چرا لولهٔ آب ساختمان به سرعت می‌پوسد و موجب نشتی می‌شود؟ چرا سیمکشیهای برق چنان کلاف سردرگمی است که گاهی حتی خود سیمکش هم از آن سر در نمی‌آورد؟ چرا اتومبیل تازه تعمیر، درست کار نمی‌کند و باز نیاز به تعمیر دارد؟ و چراهای بیشمار دیگری که در زندگی روزمره با آنها سروکار داریم. به راستی علت ندانم‌کاری و ناشیگری بخشی از دست‌اندرکاران امور فنی در جامعهٔ ما چیست؟ آیا ما اصولاً آدمهای سهل‌انگاری هستیم؟ چرا دستهایی که مسجد امام اصفهان و تخت جمشید را ساخته‌اند، از عهدهٔ انجام درست این‌گونه کارهای ساده بر نمی‌آیند؟

به گمان ما فقدان آموزشهای فنی کاربردی عامل اصلی بروز این نابسامانیهاست. در حال حاضر کمتر کسی پیش از اشتغال به کار یا حرفه‌ای معین، آموزشهای لازم را فرا می‌گیرد و متأسفانه جامعه هم او را ملزم به این فراگیری و دریافت گواهینامهٔ تأیید صلاحیت فنی نمی‌کند. نتیجهٔ این وضع، اتلاف وقت و مصالح است و سرانجام نیز کار به درستی انجام نمی‌شود.

شرکت انتشارات فنی ایران در راستای رفع این نارساییها، انتشار کتابهای فنی کاربردی را در برنامهٔ کار خود قرار داده است و بر ضرورت آموزشهای کاربردی به عنوان راه‌حل مشکلات مزبور تأکید می‌ورزد. در این راه دست یاری به سوی تمام صاحب‌نظران و علاقه‌مندان دراز می‌کنیم و از آنها انتظار داریم نظر خود را از ما دریغ ندارند. یادآوری اولویتها و ضرورتهای موضوعی برای انتشار کتاب، معرفی کتابهای مفید در این زمینه و پیشنهاد ترجمه یا تألیف از سوی صاحبان دانش و تجربه برای ما بسیار مغتنم است؛ باشد تا با یاری یکدیگر گامی در راستای افزایش مهارت نیروی کار میهنمان برداریم.

شرکت انتشارات فنی ایران در انتظار دریافت نظر انتقادی شماست. علاقه‌مندان می‌توانند نظر خود را به نشانی: خیابان میرعماد، شماره ۵۰، تهران ۱۵۸۷۷۳۶۵۱۱ ارسال فرمایند.

شرکت انتشارات فنّی ایران

فهرست

پیشگفتار

کتاب حاضر، تصاویر زیادی از قطعات خراب را نشان می‌دهد. همراه هر تصویر، توضیح مختصری ارائه شده که دلایل احتمالی خرابی قطعه را توضیح می‌دهد. این دلایل، لزوماً تنها شرایط بروز خرابی قطعه نیستند. هنگام تحلیل خرابیها باید تمامی عوامل مربوط به رانندگی و نگهداری ماشین در نظر گرفته شود. در مورد هر قطعهٔ خراب، اقداماتی توصیه شده است.

در اغلب موارد، خرابیهای نشان‌داده‌شده، خرابیهای ثانوی هستند ـ خرابی قطعاتی که تصویر آنها ارائه شده، می‌توانند ناشی از مشکلات دیگری باشد.

هنگام عیب‌یابی (تشخیص خرابی) هر قطعه، یافتن محل بروز مشکل اصلی، حائز اهمیت بسیار است.

در این کتاب نمی‌توان تمامی دلایل خرابی قطعات را نشان داد. در صورتی که نتوان دلیل خرابی را در محل کارکرد ماشین مشخص کرد، بررسی قطعه توسط مهندس واجد صلاحیت ضروری است. همراه قطعهٔ خراب باید اطلاعات مربوط به سرویس و رانندگی ماشین نیز ارائه شود.

۱

پیستونها، رینگها، بوشهای سیلندر و واشرها



مقدمه

پیستونها، رینگهای پیستون و بوشهای سیلندر، قطعات اصلی موتور به شمار می‌روند.

- **پیستونها نیروی احتراق را از طریق شاتونها به میل‌لنگ منتقل می‌کنند.**
- **بوشهای سیلندر پیستون را هدایت می‌کنند.**
- **رینگهای پیستون، بین پیستون و سیلندر گازبندی می‌کنند.**

این بخش به شناسایی خرابیهای اجزای زیر می‌پردازد:

- **پیستونها ـ موتورهای بنزینی**
- **پیستونها ـ موتورهای دیزل**
- **رینگهای پیستون**
- **بوشهای سیلندر**
- **واشرها**

شناسایی خرابیهای پیستون در موتورهای بنزینی

اگرچه برخی از خرابیهای پیستونهایی که در موتورهای بنزینی کار می‌کنند مشابه پیستونهای موتورهای دیزل است، تفاوتهای کافی برای توجیه گروه‌بندیهای مجزا وجود دارد.

دلایل اصلی خرابیهای پیستون در موتورهای بنزینی عبارت‌اند از:

- **انفجار ضربه‌ای**
- **پیش‌اشتعال**
- **فرسایش و خراشیدگی**
- **سایش خورنده**
- **آسیب فیزیکی پیستونها**

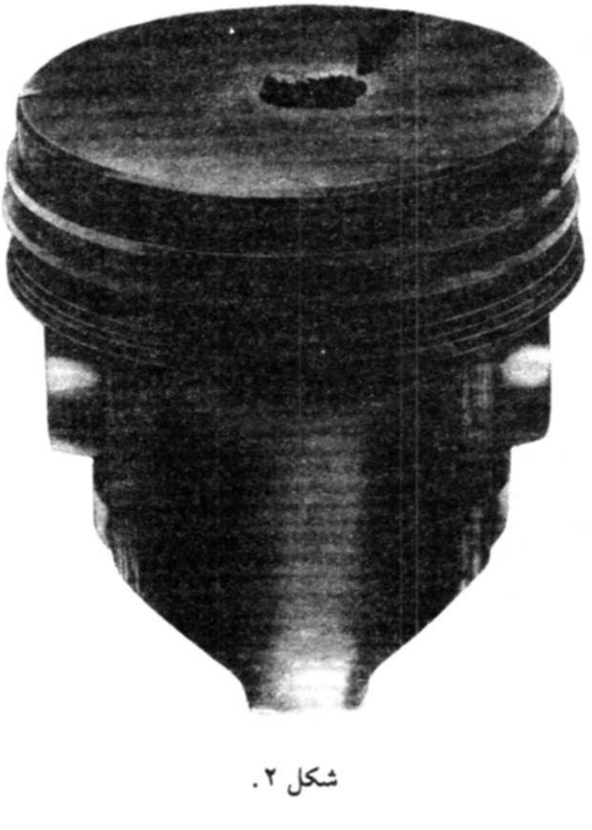
انفجار ضربه‌ای

انفجار ضربه‌ای عبارت است از احتراق کنترل‌نشده، همراه با افت توان و اتلاف انرژی. در این حالت، پیستون غالباً آسیب می‌بیند.

این پیستونها بر اثر انفجار ضربه‌ای آسیب دیده‌اند. به دلیل فشار ضربه‌ای، آسیب پیستون معمولاً به صورت ترک‌خوردگیهای بر روی تاج یا سرتاسر آن، یا در دامنهٔ پیستون و محل گژن پین (پیکانهای بزرگ)، ظاهر می‌شود. سطح بالای پیستون ممکن است خرد شود و در نتیجه رینگ به شیار رینگ بچسبد.



شکل ۱.



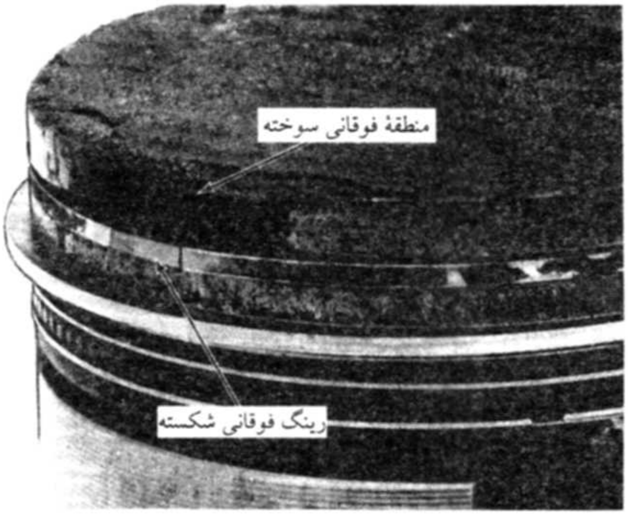
شکل ۲.

هنگامی که سوخت درون سیلندرها خیلی زود، خیلی سریع، یا به صورت غیریکنواخت محترق شود، ضربهٔ شدیدی ایجاد می‌کند که می‌تواند باعث سوختگی پیستون، سایش شیار بالایی و یا شکستگی و چسبندگی رینگ شود.

علل ضربهٔ احتراق

- اکتان بسیار پایین سوخت
- پایین بودن میزان سوخت در مخلوط سوخت ـ هوا
- آوانس تنظیم جرقه
- با دندهٔ مرده رفتن یا سوخت‌رسانی اضافی
- کار نکردن سیستم خنک‌کننده (جوش آوردن)

توصیه : پیستون را تعویض کنید.



شکل ۳.


شکل ۴.


شکل ۵.

پیش‌اشتعال

هنگامی که سوخت قبل از جرقه زدن محترق شود، پیش‌اشتعال رخ می‌دهد. در نتیجه، در حالی که پیستون هنوز در حال بالا آمدن در کورس تراکم است، سوخت محترق می‌شود. سوخت محترق شده، متراکم و توسط پیستون و همچنین بر اثر احتراق اضافی، بیش از حد گرم می‌شود.

حرارت می‌تواند آن‌قدر زیاد باشد که باعث ذوب شدن قطعات موتور شود.

این پیستونها بر اثر حرارت ناشی از پیش‌اشتعال آسیب دیده‌اند. حرارت زیاد پیش‌اشتعال پیستون را سوزانده و ذوب کرده است. آسیب احتمالاً در سرتاسر تاج، سرتاسر محل رینگ یا هر دو قسمت ظاهر می‌شود.

علل پیش اشتعال

- دوده‌هایی که به اندازهٔ کافی گرم مانده و باعث اشتعال زودهنگام سوخت می‌شود.
- جوش آوردن
- داغ کار کردن سوپاپ به دلیل لقی بسیار زیاد راهنمای سوپاپ یا نامناسب بودن سیت‌ها.
- نقاط داغ ناشی از رینگهای آسیب‌دیده
- شمعها (محدودهٔ گرمایی نادرست)
- شل بودن یک شمع

توصیه : پیستون را تعویض کنید.



شکل ۶.

فرسایش و خراشیدگی

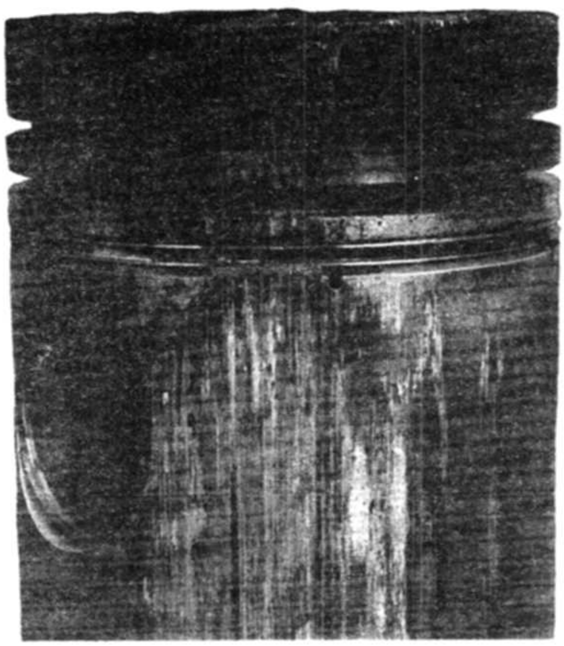
فرسایش و خراشیدگی (سایش چسبنده) ناشی از حرارت بسیار زیاد است. هنگامی که دو قطعهٔ فلزی به یکدیگر ساییده می‌شوند دمای ایجادشده به نقطهٔ ذوب می‌رسد، اندکی رسوب یا «گرمگاه» از مواد فلزی تشکیل می‌شود و بر روی سطح خنکتر رسوب می‌کند.

فرسایش سبب تغییر رنگ سطح رینگها، پیستونها و دیواره‌های سیلندر می‌شود.

فرسایش به صورت آشفتگیهای سطحی ریز آغاز می‌شود. اگر این آشفتگیها از بین نرود، فرسایش گسترش یدا می‌کند و مقدار آن قابل توجه و شدید می‌شود و در این صورت خراشیدگی نامیده می‌شود. هرگونه وضعیت موتور که باعث گرم شدن قطعات ساییده‌شده و رسیدن به نقطهٔ ذوب شود، یا مانع انتقال حرارت از این سطوح شود، بر رسایش اثر می‌گذارد.

علل احتمالی فرسایش و خراشیدگی عبارت‌اند از:

- گرم شدن نادرست
- کار نکردن سیستم روغنکاری
- مسدود شدن سیستم خنک‌کاری
- ضربهٔ احتراق و پیش‌اشتعال
- دنده مرده رفتن یا بارگذاری بیش از حد
- همراستا نبودن شاتون



شکل ۷.



شکل ۸.

گاهی الگوی غیرمعمول فرسایش، ناشی از همراستا نبودن شاتون است. اثر تماس با دیوارهٔ سیلندر، بر روی دامن پیستون در سمت چپ و بر روی حد فاصل رینگها در سمت راست (پیکانها) نشان داده شده است. همچنین الگوی فرسایش مورب نیز در سرتاسر دامن پیستون گسترش می‌یابد. اینگونه سایش غیریکنواخت، از خمیدگی یا پیچش شاتون یا شافت ناشی می‌شود. هنگامی که شاتونها همراستا نباشند، تماس رینگها و دیوارهٔ سیلندر به نحو صحیح صورت نمی‌گیرد، پیستونها سریعاً و به صورت غیریکنواخت فرسوده می‌شوند و مصرف روغن افزایش می‌یابد و موتور مستعد فرسودگی و خراشیدگی خواهد شد. همراستایی شاتون را همواره کنترل کنید.

توصیه : پیستون را تعویض کنید.

سایش خورنده

سایش خورنده به صورت سطح دارای حفره و به رنگ خاکستری و خالدار بر روی پیستونها و دیواره‌های سیلندر ظاهر می‌شود.

علل احتمالی سایش خورنده عبارت‌اند از:

- نشتی محلول خنک‌کننده
- سرد کار کردن موتور و یا زیر بار بردن موتور، قبل از اینکه به دمای کاری برسد
- استفاده از روغن موتور نامناسب یا کثیف
- تشکیل اسید بر اثر احتراق یا واکنش بین بخار آب و گوگرد در روغن موتور

یافتن سایر خوردگیها ممکن است دشوارتر باشد. در صورت مشاهدهٔ فرسایش شدید، و حذف عللی مانند فرسایش و خراشیدگی، احتمال خوردگی وجود دارد.


شکل ۹.

توصیه : تعویض کنید.

آسیب فیزیکی پیستونها



شکل ۱۰.

آسیب فیزیکی پیستونها ممکن است ناشی از موارد زیر باشد:

- افتادن پین تفل‌کن پیستون
- ناهمراستایی شاتون
- خلاصی محوری بیش از حد میل‌لنگ
- مخروطی شدن بیش از حد یاتاقان گرد میل‌لنگ
- ناهمراستایی قطر داخلی سیلندر
- نصب نادرست پین قفل‌کن پیستون
- خراشیدگی شیار رینگ هنگام تمیز کردن دوده
- بی‌دقتی هنگام حمل پیستون یا افتادن آن

توصیه: تعویض کنید.

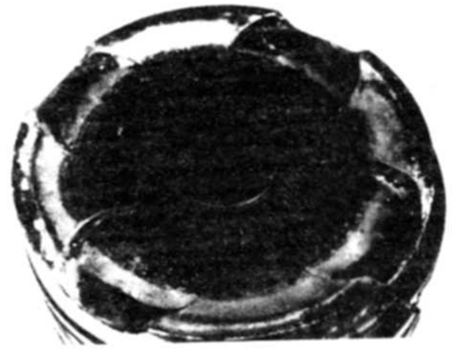
شناسایی خرابی پیستون در موتورهای دیزل

علل اصلی خرابی پیستون در موتورهای دیزل عبارت‌اند از:

- ترک‌خوردگی
- شکستگی
- سایش
- فرسایش و گریپاژ
- ساییدگی

ترک‌خوردگی

پس از کارکرد عادی پیستون، ترکهای مویی بر روی دهانهٔ پیستون ظاهر می‌شود. پیستون دارای ترکهای مویی باید تعویض شود. هنگامی که این ترکها دهان باز کنند، عمیق شوند یا به یکدیگر متصل می‌شوند، پیستون سوخته یا داغ‌زده می‌شود.



شکل ۱۱. ترکهای مویی

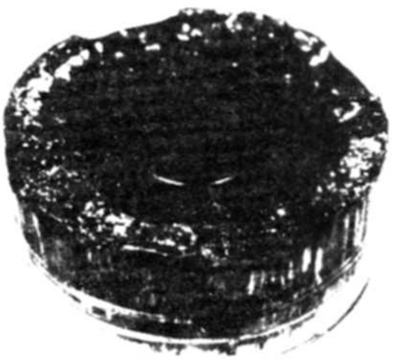


شکل ۱۲. ترک‌خوردگی شدید

شکستگی پیستون

این پیستون بر اثر شکستگی نوک شمع گرمکن آسیب دیده است. نوک شمع‌گرمکن بر اثر تایمینگ نادرست یا احتراق غیریکنواخت دچار شکستگی می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۳.

شکستگی سوپاپ موجب آسیب این پیستون شده است.

شمع‌گرمکن در صورت شل شدن، بالاخره می‌شکنند و روی تاج پیستون سوراخی بر جای می‌گذارد.



شکل ۱۴.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۵.

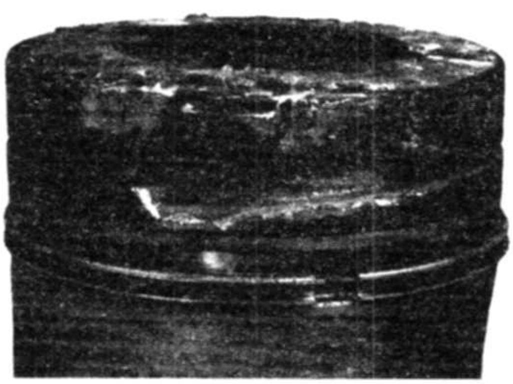
اتصال بین پیستون و بوش چدنی، که رینگ بالایی را نگه می‌دارد، به ندرت دچار خرابی می‌شود. این نوع خرابی احتمالاً به دلیل داغ شدن بیش از حد تاج پیستون در اثر کارکرد دائم زیر بار بیش از حد یا نوسانات زیاد بار روی می‌دهد.



شکل ۱۶.

بوش چدنی شل شده و محل استقرار رینگ راکه در زیر آن قرار دارد، شکسته است.

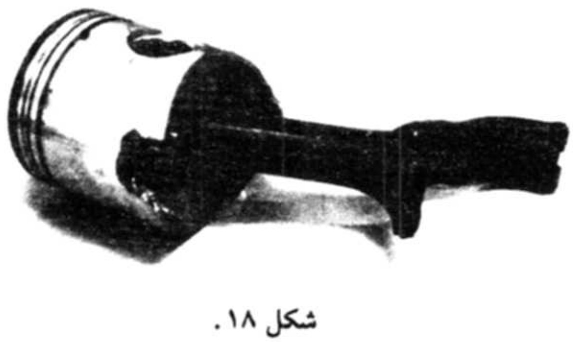
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۷.

فقدان روغنکاری موجب آسیب دیدن این پیستون و شاتون شده است. مسدود شدن مجرای روغن زمانی اتفاق می‌افتد که یاتاقان اصلی میل‌لنگ کج و قفل شده است.

توصیه : تعویض کنید.

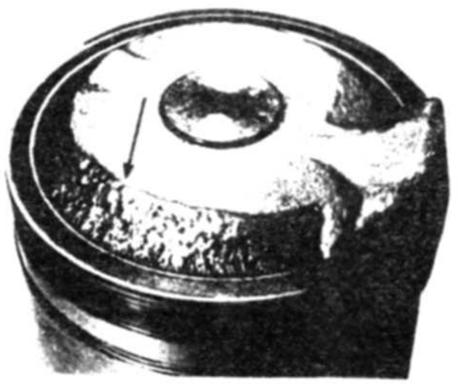


شکل ۱۸.

تحت ضربات مداوم، اگر بوش شل شده باشد، لبهٔ خارجی تاج پیستون شکسته و جدا می‌شود.

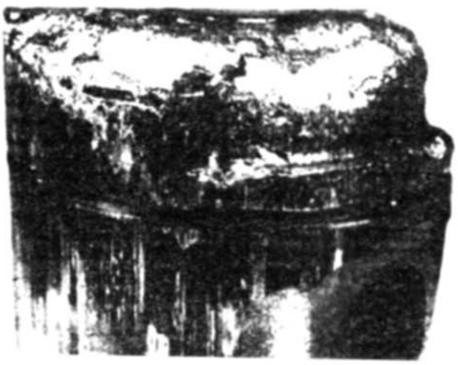
توصیه : تعویض کنید.

بوش شکسته، ضربه زدن به پیستون را ادامه می‌دهد و لبه‌های شیار نگهدارندهٔ بوش گرد می‌شود.


شکل ۱۹.

پیستونها معمولاً در محل نصب گژن پین دچار شکستگی می‌شوند که ناشی از گریپاژ پیستون و گاهی به دلیل دور بیش از حد موتور است. اگر گریپاژ پیستون موجب شکستگی شود، پیستون دارای علائم فرسایش بسیاری خواهد شد (با پیکان نشان داده شده). اگر پیستون شکسته دارای علامت نباشد، شکستگی در محل نصب گژن پین را می‌توان به دور بیش از حد موتور نسبت داد.

دور بیش از حد تقریباً همیشه همراه با علائمی از وارد آمدن ضربه زن پیستون به سوپاپ است. تزریق بیش از حد اتر، آوانس و سوخت‌رسانی اضافی از متداولترین دلایل شکستگی پیستون هستند.


شکل ۲۰.

توصیه : تعویض کنید.


شکل ۲۱.

پوسته شدن و جدا شدن یک تکه آلومینیم از بوش پیستون فولادی بالاخره باعث ایجاد سوراخ در تاج این پیستون خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.


شکل ۲۲.

تکه آلومینیم جدا شده مابین تاج پیستون و سر سوپاپ قرار می‌گیرد و باعث وارد آمدن فشار به ساق سوپاپ خواهد شد که سرانجام می‌شکند و در نتیجه سر سوپاپ به درون پیستون فرو می‌رود.

توصیه : تعویض کنید.

سایش

الگوی سایش در پیستون مشابه الگوی سایش در یاتاقان است. سطح براق با خراشهای ریز ناشی از تماس دامن پیستون و بوش.

با وجود این، اگر پیستون دچار هر یک از آسیبهای ذکرشده باشد، نباید مجدداً از آن استفاده شود.

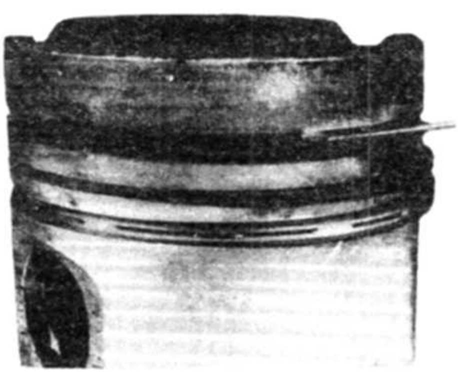
توصیه : مجدداً استفاده کنید.



شکل ۲۳.

ساییدگی دامن پیستون به رنگ خاکستری تیره، همراه با فرسایش ریلهای رینگ پیستون، فرسایش رویهٔ کروم تمام رینگها، فرسایش شدید شیارها و فرسایش برخی از بوشها مشخص می‌شود.

این شرایط نشان دهندهٔ فرسایش بسیار شدید پیستون بر اثر وجود مواد ساینده است. از این‌گونه پیستونها نمی‌توان مجدداً استفاده کرد. ذرات آشغال احتمالاً از طریق سیستم ورود هوا وارد موتور شده و با روغن موتور مخلوط می‌شوند. در صورت مشاهدهٔ شرایط فوق به کمک راهنمای فنی، ابعاد رینگ و شیار پیستون را بررسی کنید. موتوری که بدین نحو دچار فرسایش پیستون و رینگ شده باشد، باید از نظر وجود نشتی در سیستم ورودی هوا بررسی شود.



شکل ۲۴.

توصیه : تعویض کنید.

فرسایش و گریپاژ

فرسایش و گریپاژ دو نوع آسیب‌دیدگی پیستون هستند که با هم ارتباط دارند. اولین نوع معمولاً خفیف و دومین نوع شدید است.

فرسایش حد فاصل رینگها می‌تواند ناشی از داغ شدن قسمت بالای پیستون و انبساط بیش از اندازهٔ معمول آن باشد. بر اثر تماس فلز با فلز، آلومینیم نرمتر پیستون به دیوارهٔ بوش می‌چسبد.

نشتی سوپاپ سوخت یا تایمینگ، نادرست، متداولترین دلیل این نوع خرابی است که به منطقهٔ نشیمنگاه رینگهای پیستون محدود می‌شود. در حالت بسیار شدید، منجر به گریپاژ پیستون خواهد شد.



شکل ۲۵.

توصیه : تعویض کنید.

فرسایش در لایه‌های دامن پیستون ــ به‌ویژه در منطقهٔ قطر داخلی پین ــ بدون ساییدگی یا ساییدگی کم در قسمت نشیمنگاه رینگهای پیستون می‌تواند ناشی از سرد شدن نامناسب موتور باشد. اگر این نوع آسیب در اغلب پیستونها یا تمام آنها رخ دهد احتمالاً علت آن خرابی سیستم خنک‌کننده یا روغنکاری نادرست است.



شکل ۲۶.

موارد زیر را بررسی کنید:

- **نشتی آب یا ضدیخ**
- **تجمع مواد زاید در نشیمنگاههای رینگ پیستون، تسمهٔ رینگ و تاج پیستون**
- **سطح روغن در کارتل**
- **وضعیت قسمت پایین پیستون و سوراخ خروج خنک‌کننده**
- **پارگی تسمه پروانه یا تسمهٔ پمپ آب**
- **گرفتگی رادیاتور**

توصیه : تعویض کنید.

لکه‌های ریز دامن پیستون می‌تواند ناشی از وجود مواد ساینده در روغن کارتل، تکه‌ای از رینگ شکسته یا قطعات دیگر باشد.

راه افتادن با موتور سرد نیز می‌تواند موجب این نوع فرسایش شود، و این امر ناشی از روغنکاری ناکافی در هوای سرد است.

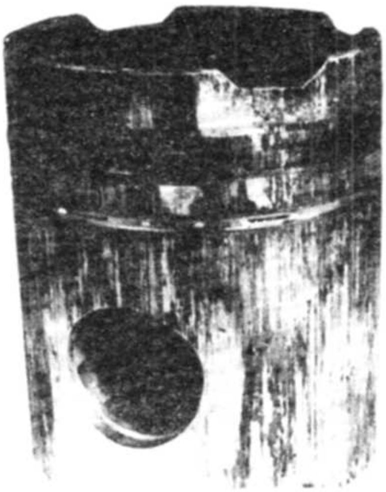


شکل ۲۷.

توصیه : تعویض کنید.

علائم فرسایش که از قسمت بالا به طرف پایین پیستون گسترش می‌یابد، می‌تواند نشان دهندهٔ انبساط و بزرگ شدن پیستون باشد. خرابی سیستم خنک‌کننده یا روغنکاری همچنین می‌تواند باعث بروز فرسایش در تمام طول پیستون شود.

توصیه : تعویض کنید.

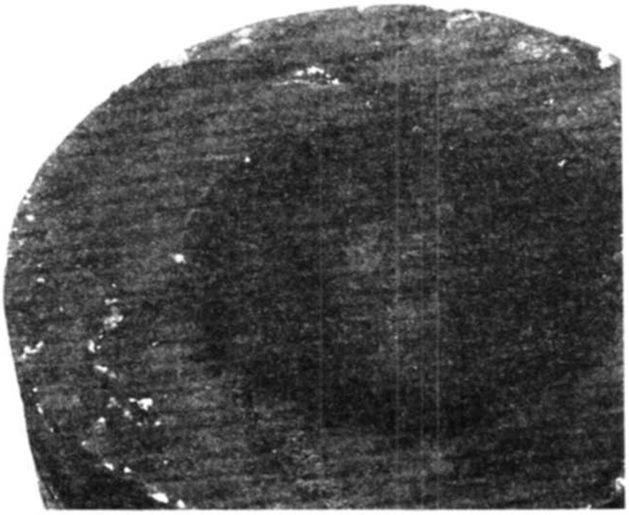


شکل ۲۸.

ساییدگی

ساییدگی قسمت بالای پیستون معمولاً ناشی از احتراق غیریکنواخت است. هنگامی که ناحیهٔ سوپاپها ساییده می‌شود، احتمالاً موجب نشتی سوپاپ سوخت یا تایمینگ نادرست خواهد شد. وقتی چرخهٔ احتراق سوخت عادی نباشد، احتراق ناقص یا «غیریکنواخت» رخ می‌دهد. این امر باعث بالا رفتن حداکثر نقطهٔ فشار و بالا رفتن بیش از حد دما می‌شود که به تاج پیستون آسیب می‌رساند. انژکتورها و تایمینگ موتور را بررسی کنید.

در نتیجه بد کار کردن گاورنر و بالا رفتن دور موتور نیز گرمای اضافی ایجاد می‌شود.



شکل ۲۹.

توصیه : تعویض کنید.

کافی نبودن میزان هوا می‌تواند باعث احتراق غیریکنواخت و در نتیجه ساییدگی قسمت بالای پیستون شود.

توصیه : تعویض کنید.



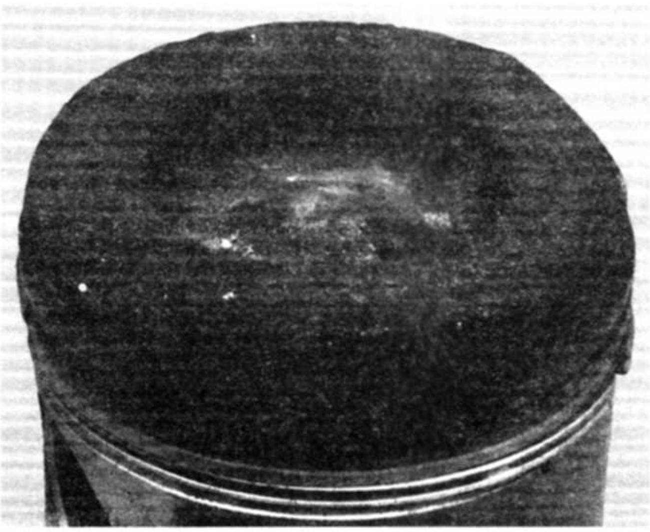
شکل ۳۰.

در این صورت، ساییدگی در اطراف لبهٔ خارجی قسمت فرورفتگی یکنواخت‌تر بوده، از احاطه‌کنندهٔ سوپاپ ورودی دور است. سیستم ورودی هوا را از نظر نشتی یا گرفتگی بازدید کنید.



شکل ۳۱.

در اینجا مثالهای دیگری از ساییدگی تاج پیستون را مشاهده می‌کنید. وضعیت پیستون سیاه شده و پیستون ساییده شده ناشی از احتراق سوخت مایع است.



شکل ۳۲.

آوانس تایمینگ یا رانندگی در ارتفاع زیاد بدون تنظیم موتور می‌تواند موجب جمع شدن سوخت در قسمت بالای پیستون و ساییدگی شدید شود. این امر باعث گریپاژ پیستون می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۳.

شناسایی خرابیهای رینگ پیستون

رینگهای پیستون سه کار انجام می‌دهند:

- **بین پیستون و سیلندر را گازبندی می‌کنند.**
- **از طریق انتقال حرارت، به خنک شدن پیستون کمک می‌کنند.**
- **روغنکاری بین پیستون دیوارهٔ سیلندر را کنترل می‌کنند.**

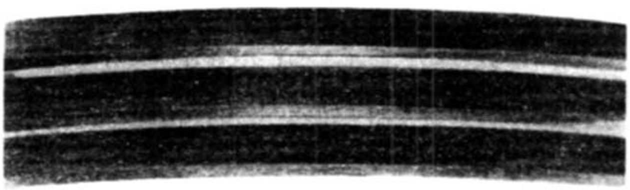
علل اصلی خرابی رینگهای پیستون عبارت‌اند از:

- **سایش**
- **لب‌پریدگی**
- **فرسایش و خراشیدگی**
- **شکستگی**
- **چسبندگی**

سایش

هنگامی که رویهٔ رینگها به رنگ خاکستری تیره در می‌آید، خراشهای عمودی روی آنها دیده می‌شود و فاصلهٔ بین رینگ و شیار زیاد می‌شود، رینگها بر اثر وجود ذرات ساینده دچار فرسودگی شده‌اند.

سایر علایم نشان دهندهٔ وجود مواد ساینده در موتور عبارت‌اند از: خراشهای عمودی به رنگ خاکستری تیره بر روی دامن پیستون، خراشیدگی سطح داخلی سیلندر، ایجاد پله در قسمت بالای سیلندر، شل شدن اتصال پیستون یا خراشیدگی شدید شاتون و یاتاقانهای ثابت.



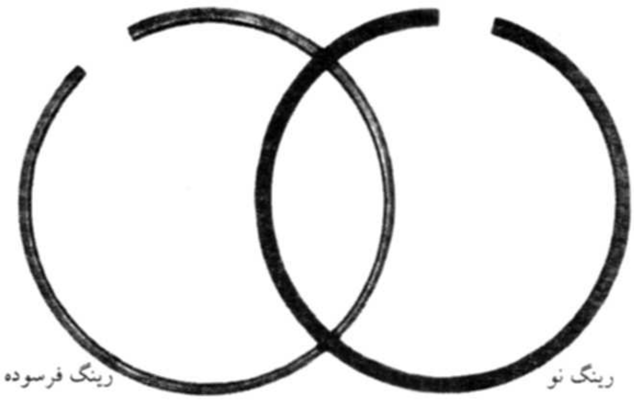
شکل ۳۴.

علل اصلی وجود مواد ساینده در موتور عبارت‌اند از:

- **نداشتن هواکش**
- **عدم سرویس هواکش در فواصل منظم**
- **شل شدن اتصالات بین هواکش و منیفولد هوا**
- **وجود سوراخ در لوله‌ها**
- **آسیب دیدن فیلتر هوا یا محفظهٔ هواکش، که باعث ورود هوای تصفیه نشده از اطراف فیلتر هوا می‌شود.**
- **تمیز نکردن صحیح سطح داخلی سیلندر هنگام تعمیر**

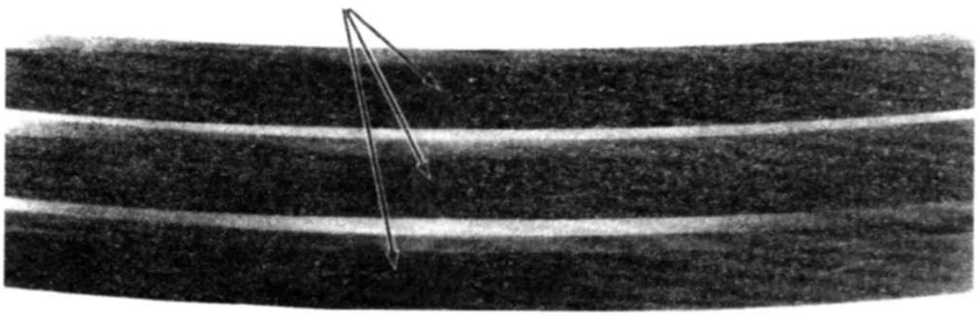
توصیه : تعویض کنید.

در تصویر سمت چپ یک رینگ کمپرس که به شدت فرسوده شده و در تصویر سمت راست یک رینگ نو دیده می‌شود.



شکل ۳۵.

ایجاد خراشهای عمودی در رویهٔ رینگها ناشی از وجود مواد ساینده در هوا یا مواد سایندهٔ باقیمانده در موتور در زمان تعمیر اساسی است. تا زمانی که نشانهٔ این مواد ساینده پیدا و رفع نشود، عمر مفید هر دست رینگهای نو کوتاه خواهد بود.



شکل ۳۶.

فرسایش این رینگ روغن و رینگ واشوی فولادی ناشی از تماس آنها با دیوارهٔ سیلندر است. این رینگ روغن دیگر نمی‌تواند روغن را جمع کند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۷.

بسیاری از پیستونهای آلومینیمی که برای تعویض رینگ از جای خود خارج می‌شوند، در ناحیهٔ شیارهای بالایی به شدت فرسوده‌اند. دلیل عمدهٔ فرسودگی این قسمت، قرار گرفتن در معرض حداکثر حرارت و فشار ناشی از احتراق و نیز ذرات سایندهٔ موجود در هواست که وارد موتور شده‌اند. به راهنمای فنی مراجعه کنید.

توصیه : تعویض کنید.

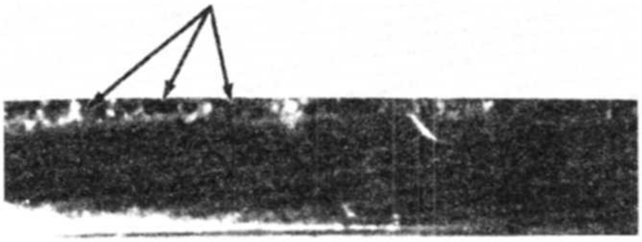


شکل ۳۸. تصویر بزرگ شده

ب پریدگی

لایهٔ کروم ممکن است بر اثر عدم دقت در هنگام جابه‌جایی ا استفاده از رینگ‌جمع‌کنهای نامناسب لب‌پریده شود. رینگها همچنین بر اثر احتراق ناقص در حین کارکرد موتور، ب‌پریده می‌شوند.

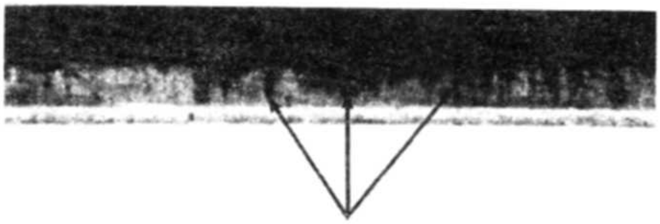
وصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۹. تصویر بزرگ شده

فرسایش و خراشیدگی

فرسایش رینگ مشابه فرسایش پیستون است. مقدار کمی از فلز رینگ به بوش چسبیده است.

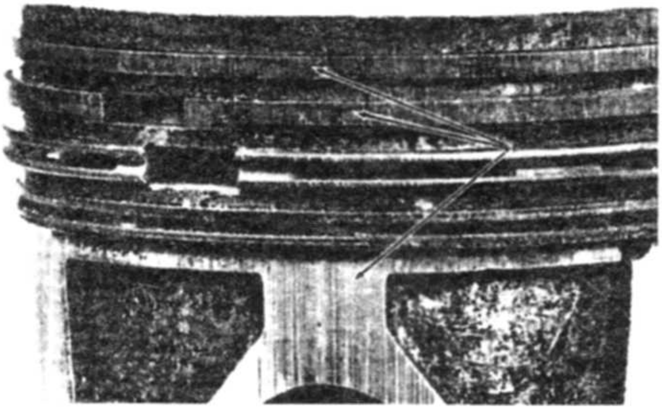


شکل ۴۰.

علل فرسایش و خراشیدگی عبارت‌اند از:

- **جوش آوردن ناشی از خرابی سیستم خنک‌کننده**
- **فقدان روغنکاری سیلندر**
- **احتراق نادرست**
- **خلاصی نامناسب یا کم یاتاقان یا پیستون**
- **آب‌بندی کردن نادرست**
- **نشتی محلول خنک‌کننده به داخل سیلندر**
- **سوخت‌رسانی اضافی**

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۱.

خراشیدگی نوع شدیدتر فرسایش به شمار می‌رود. در این تصویر رینگ و پیستون هر دو خراشیده شده‌اند. هنگام تماس فلز با فلز دو سطح که با یکدیگر اصطکاک دارند، وقتی دمای یکی از این دو سطح به نقطهٔ جوش خوردن ماده برسد، خراشیدگی اتفاق می‌افتد.

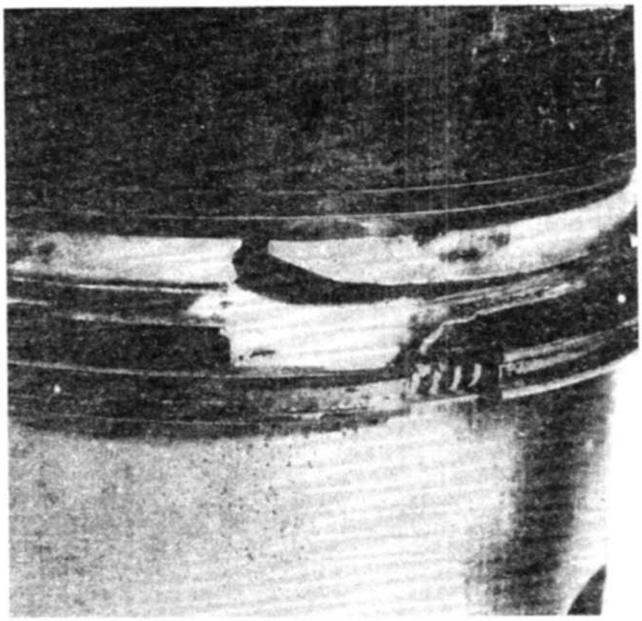
توصیه : تعویض کنید.

شکستگی

هنگامی که رینگ می‌شکند، ذرات آن وارد شیار شده، موجب ساییدگی شدید نشیمنگاه رینگها و تا حدی خراشیدگی تاج یا داخل پیستون می‌شوند. رینگ شکسته موجب ساییدگی دومین و سومین نشیمنگاه رینگ شده که به نظر می‌رسد در اثر حرارت زیاد ذوب شده باشد.

نصب نادرست دلیل اصلی شکستگی رینگ است. گشاد کردن رینگ با دست یا استفاده از رینگ‌جمع‌کن با اندازهٔ نادرست می‌تواند باعث ترک خوردن رینگ و شکستن و خرد شدن آن هنگام کار شود.

شکستگی رینگ همچنین می‌تواند زمانی رخ دهد که شیار بسیار فرسوده یا از دوده پر شده باشد.



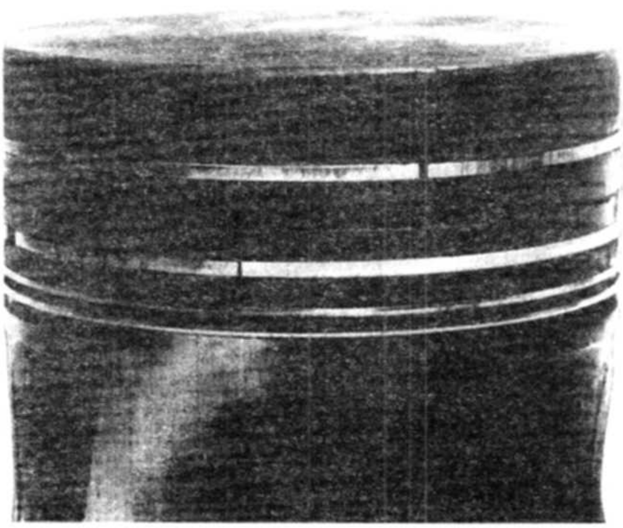
شکل ۴۲.

توصیه : تعویض کنید.

چسبیدگی

حرارت بسیار زیاد، سوختی که محترق نشده و جمع شدن روغن موتور اضافی در منطقهٔ رینگ پیستون موجب تشکیل رسوب می‌شود. خرابی رینگ معمولاً هنگامی رخ می‌دهد که این رسوبات سخت شده و رینگها را به شیارها بچسبانند.

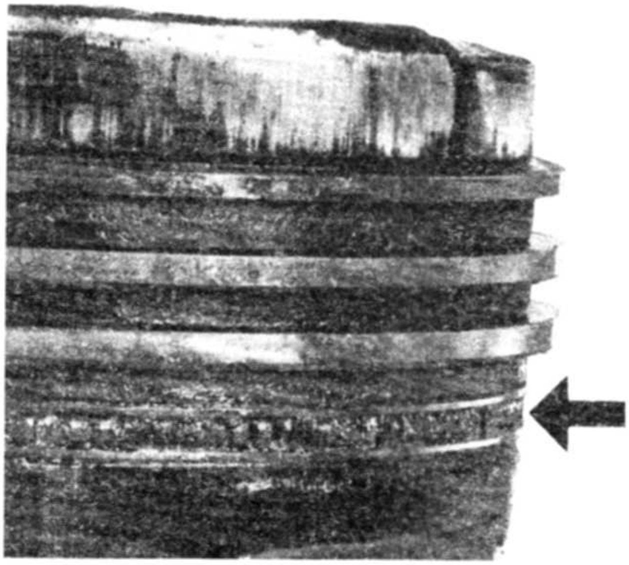
هنگامی که رینگها کاملاً می‌چسبند، اغلب می‌شکنند. وجود رسوب بر روی شیار رینگ فوقانی موجب چسبندگی، فرسایش، و خراشیدگی می‌شود زیرا موجب بیرون ماندن روغن و گیر کردن ذرات فلزی می‌شوند که پیستون را فرسوده می‌کنند.



شکل ۴۳.

توصیه : تعویض کنید.

تجمع لجن در رینگ روغن باعث گرفتگی آن می‌شود. در نتیجه دیگر رینگ نمی‌تواند روغن را جمع کند.



شکل ۴۴.

سایر شرایطی که موجب چسبیدگی یا گرفتگی رینگها می‌شوند، عبارت‌اند از:

- مسدود شدن هواکش
- درجا کار کردن بیش از حد
- خرابی شیار فوقانی
- پیچیدگی بوش سیلندر
- کوبیدن موتور (در موتورهای بنزینی)
- پیش‌اشتعال (در موتورهای بنزینی)
- بارگذاری بیش از حد
- خرابی سیستم خنک‌کننده
- استفاده از روغن موتور نامناسب
- سرد کار کردن موتور
- سوخت‌رسانی اضافی

توصیه : تعویض کنید.

شناسایی خرابیهای بوش سیلندر

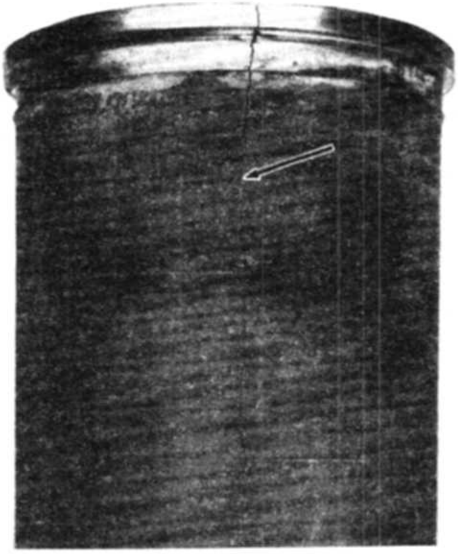
علل اصلی خرابی بوش سیلندر عبارت‌اند از:

- ترک‌خوردگی
- خوردگی شیمیایی
- ساییدگی
- فرسایش
- خراشیدگی

ترک‌خوردگی

خرابی بوش زیر شامل ترک‌خوردگی طولی است که از فلنج آغاز شده و به طرف پایین تا زیر محل حرکت رینگ امتداد یافته است. واضح است که آبی که درون بوش نفوذ کرده، احتمالاً ناشی از نشتی واشر سرسیلندر بوده و باعث افزایش ترک‌خوردگی بوش در حین کورس متراکم شده است.

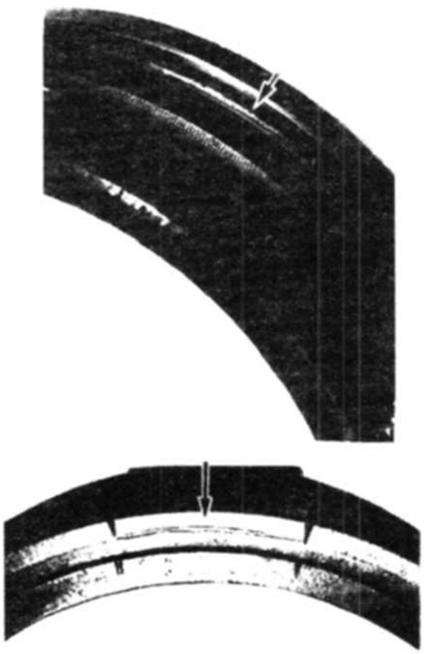
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۵.

خرابی بوش مقابل شامل ترکی است که مستقیماً از زیر فلنج شروع شده و در سراسر مقطع نفوذکرده و به طرف بالا امتداد یافته است. ممکن است بوش هنگام تعمیر اساسی موتور ترک برداشته باشد. آسیب می‌تواند ناشی از وجود آشغال در داخل بلوک سیلندر، زیر فلنج باشد که موجب بارگذاری غیریکنواخت می‌شود.

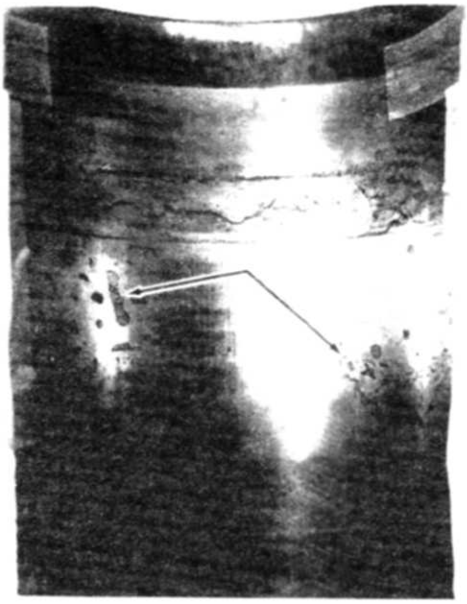
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۶.

خوردگی شیمیایی

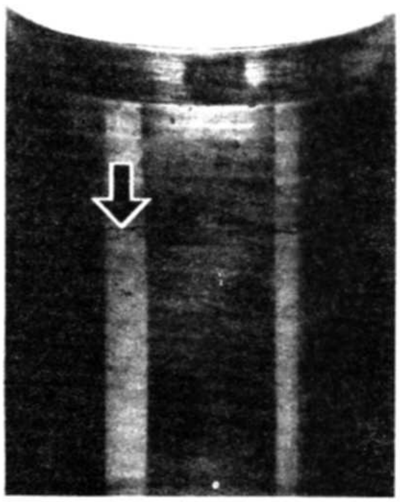
علامتهای خوردگی (پیکانها) در محل حرکت رینگ از خورندگی محلول خنک‌کننده ناشی شده است. قبل از ظاهر شدن علائم خوردگی بر روی بوش اغلب پیستون خراشیده می‌شود.



شکل ۴۷.

توصیه : تعویض کنید.

این ترک‌خوردگی واضح، در واقع خطی است که از خوردگی شیمیایی ناشی می‌شود.



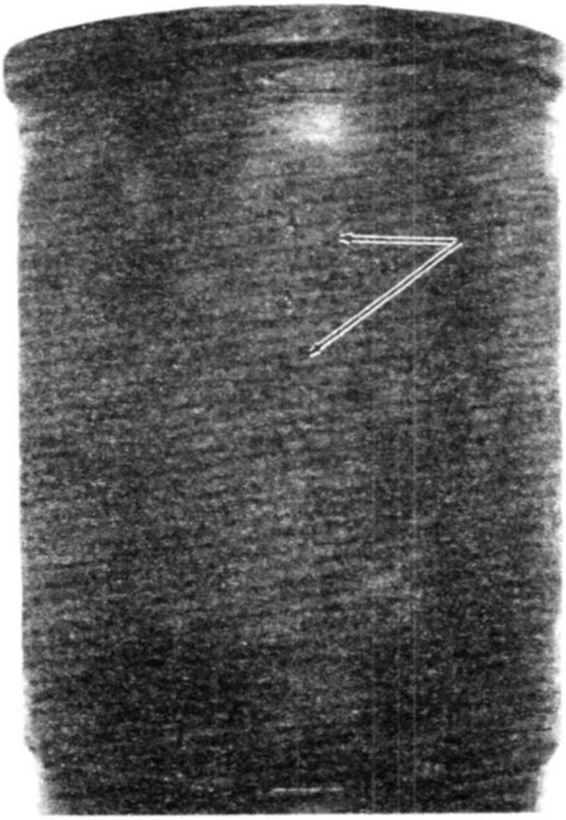
شکل ۴۸.

توصیه : تعویض کنید.

ساییدگی

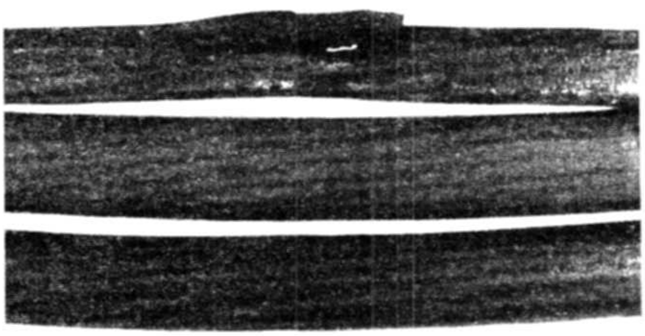
ساییدگی هنگامی رخ می‌دهد که حبابها در سمتی از بوش که با محلول خنک می‌شود، به شدت بترکند. این عمل به دلیل وجود ناخالصی و فقدان ضدزنگ مناسب در محلول خنک‌کننده تسریع می‌شود.

توصیه : می‌توان از بوش مجدداً استفاده کرد، اما باید با زاویهٔ °۹۰ درجه نسبت به محل ساییدگی نصب شود.



شکل ۴۹.

در تصویر مقابل خرابی رینگ آب‌بندی بوش بر اثر ساییدگی مشاهده می‌شود. استفاده از مواد مخصوص در خنک‌کننده، باعث کاهش ساییدگی می‌شود.

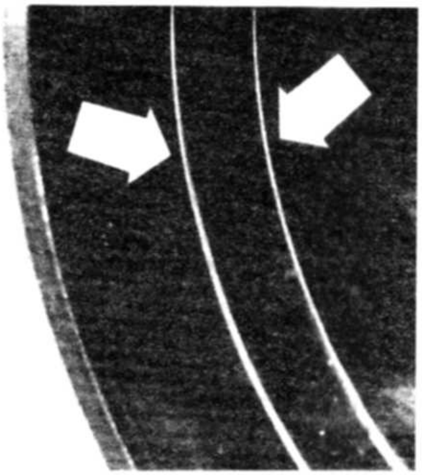


شکل ۵۰.

توصیه : تعویض کنید.

فرسایش

مراحل فرسایش اغلب در بوشهای کارکرده مشاهده می‌شود و معمولاً باید این بوشها را تعویض کرد. اگر لقی بین پیستون و بوش در محدودهٔ مشخصات فنی باشد و بوش آسیب ندیده باشد می‌توان مجدداً از آن استفاده کرد.

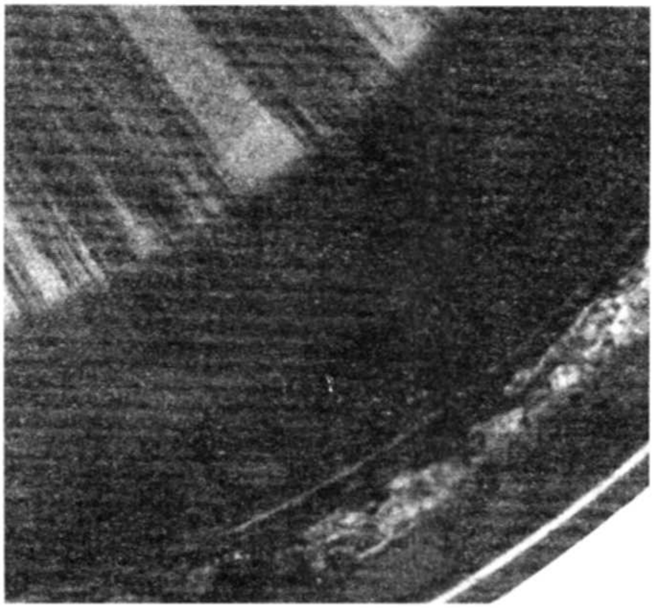


شکل ۵۱.

خراشیدگی

خراشیدگی زمانی رخ می‌دهد که ذرات آشغال وارد موتور شوند. هنگام کار موتور این ذرات بین بوش و رینگهای پیستون به حرکت درآمده، موجب خراشیدگی می‌شوند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵۲.

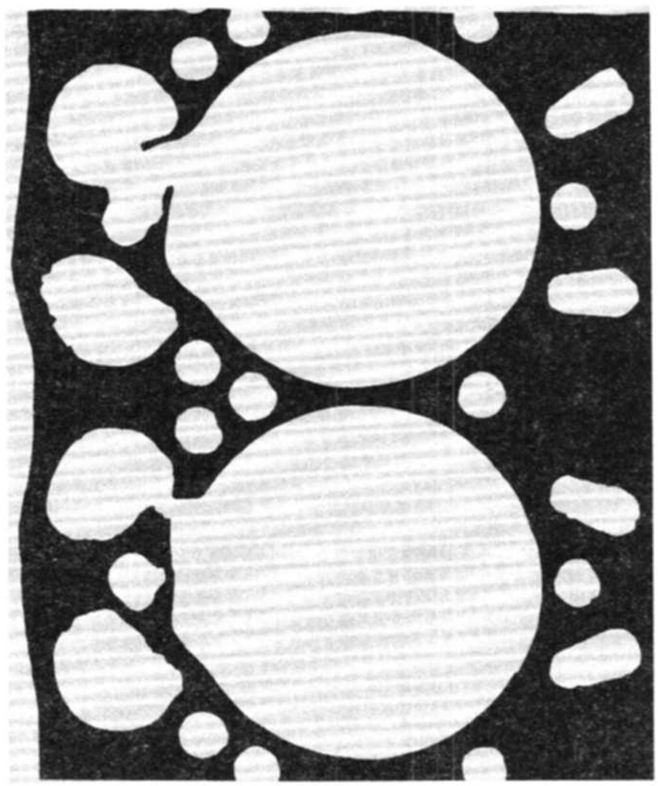
بادکردگی واشر سرسیلندر

آسیب سیلندرها، بوشها و تمام قطعات روغنکاری شدهٔ موتور می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم ناشی از بادکردگی واشر سرسیلندر باشد. واشرهای آسیب‌دیده می‌توانند موجب نشت خنک‌کننده به درون کارتل موتور شوند.

گازهای داغ که بر اثر آسیب‌دیدگی واشر وارد سوراخ میل تایپیت می‌شوند، می‌توانند موجب تشکیل ذرات و گرم شدن بیش از حد در میل‌تایپیت شوند.

ممکن است میل‌تایپیتها بر اثر این تنشهای اضافی خم شوند.

توصیه : تعویض کنید.



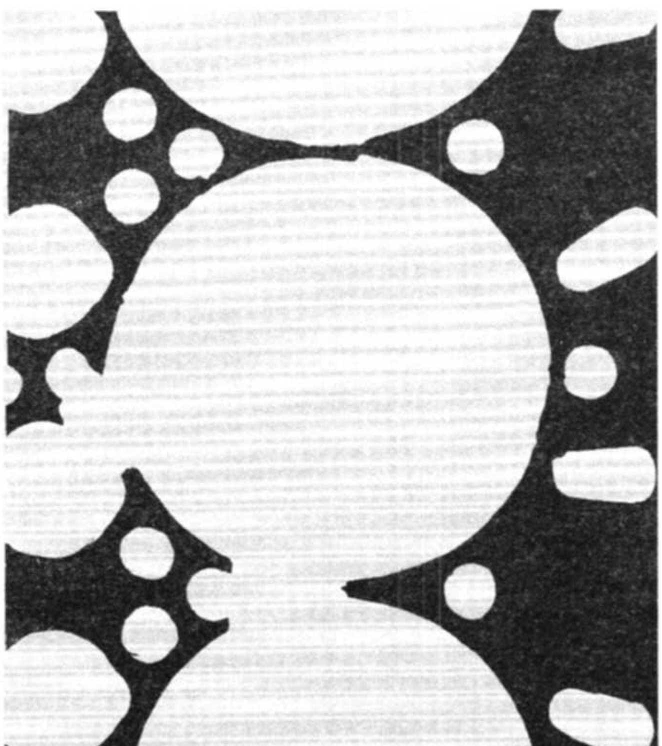
شکل ۵۳.

آسیب مشابهی می‌تواند هنگام باز کردن سر سیلندر رخ دهد. آسیب واشر معمولاً از محکم کردن پیچهای شش‌گوش سرسیلندر به مقدار نامناسب یا معیوب بودن مواد واشر ناشی می‌شود.

آسیب واشر در محل سیلندر می‌تواند ناشی از موارد زیر باشد:

- مواد معیوب
- نامناسب بودن پیستون سیلندر
- نادرست بودن وضعیت نصب رینگ پیستون
- نصب نادرست بوش

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵۴.

خودآزمایی

پرسش

۱. سه دلیل انفجار ضربه‌ای یا کوبیدن موتور در موتورهای بنزینی را بیان کنید (در متن پنج دلیل ارایه شده است).

۲. هنگامی که بنزین قبل از رسیدن جرقه به سیلندرها مشتعل می‌شود، چه وضعیتی رخ می‌دهد؟

۳. هنگامی که دو قطعهٔ فلزی با یکدیگر اصطکاک پیدا می‌کنند و بر اثر گرمای ایجاد شده فلزات به نقطهٔ جوش خوردن می‌رسند و در نتیجه ذرات ریز فلز از سطح داغتر جدا شده و بر روی سطح سردتر تجمع می‌یابند، چه وضعیتی رخ می‌دهد؟

۴. دلایل وجود خراشیدگیهای عمودی به رنگ خاکستری مات را در رینگها و پیستونها بیان کنید.

۵. دلایل چسبندگی رینگ پیستون را بیان کنید.

۶. یکی از سه وظیفهٔ رینگهای پیستون را نام ببرید.

۷. کدام قطعه بیشتر از سایر قطعات تحت تأثیر مستقیم آلودگی محلول خنک‌کننده قرار می‌گیرد؟

الف) پیستون ب) رینگهای پیستون ج) بوش سیلندر

۲

یاتاقانهای بوشی



مقدمه

هنگام تعویض یاتاقانهای آسیب‌دیده، تعیین دلایل بروز آسیب به منظور جلوگیری از تکرار آن، اهمیت بسیار دارد.

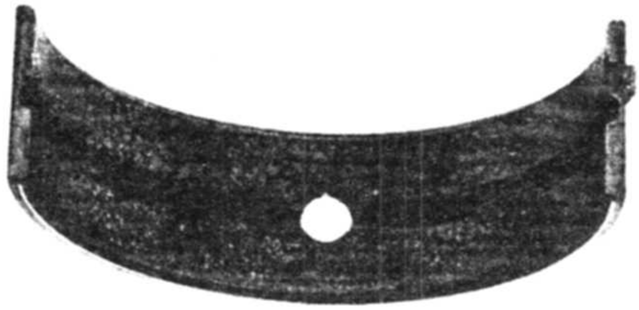
بیشتر آسیبها، از موارد ذیل ناشی می‌شوند:

- **وجود آشغال**
- **فقدان روغنکاری**
- **نصب نادرست**
- **ناهمراستایی**
- **بارگذاری بیش از حد**
- **خوردگی**
- **جریان برق**

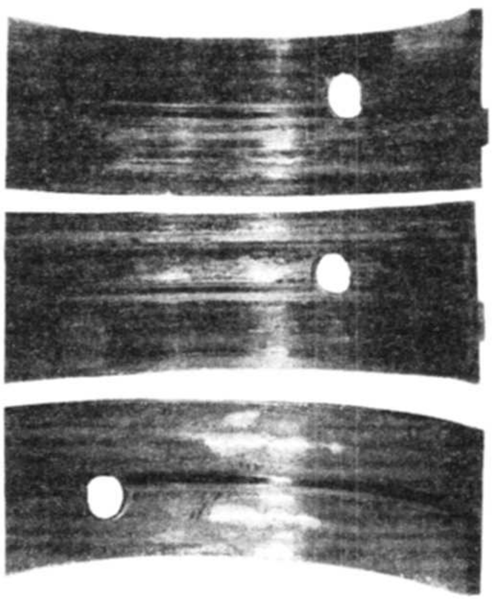
وجود آشغال

ذرات درشت آشغال می‌توانند در مواد نرم یاتاقان فرو روند. این امر باعث سایش و کاهش عمر مفید یاتاقان و بوش آن می‌شود. وجود آشغال متداولترین دلیل آسیب یاتاقان است. با تمیزکردن کامل نواحی اطراف یاتاقان در هنگام نصب آن و نیز از طریق نگهداری صحیح فیلترهای هوا و روغن از بروز این نوع آسیب جلوگیری کنید.

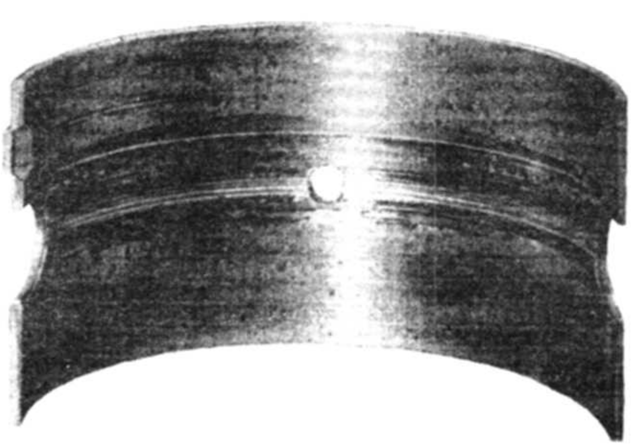
توصیه : سایر اجزا را از نظر فرسایش یا آسیب، بررسی و تعویض کنید.



شکل ۱.

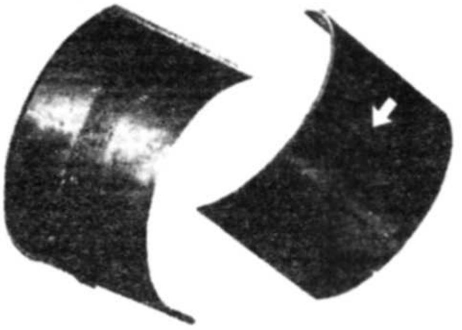


شکل ۲.



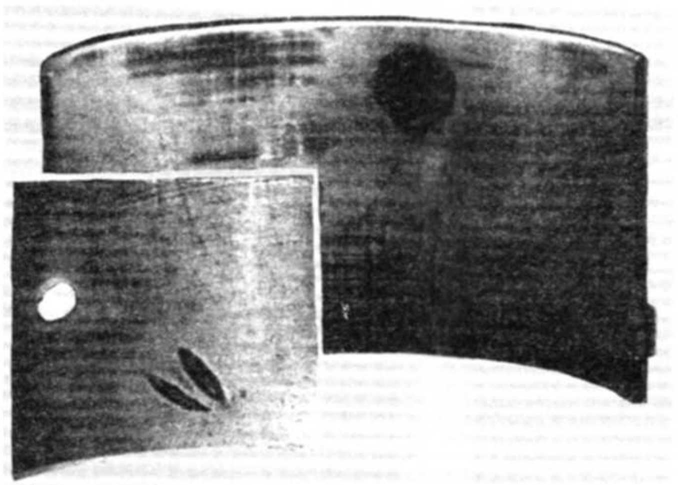
شکل ۳.

این تصویر نشان‌دهندهٔ ذرات آشغال بر جای‌مانده بر روی سطح خارجی یاتاقان، هنگام نصب آن است.



شکل ۴.

ذرات آشغال موجب فرورفتگی یاتاقان، افزایش فشار موضعی و حرارت و آسیب دیدن سطح داخلی یاتاقان می‌شوند.



شکل ۵.

توصیه : تعویض کنید.

فقدان روغنکاری

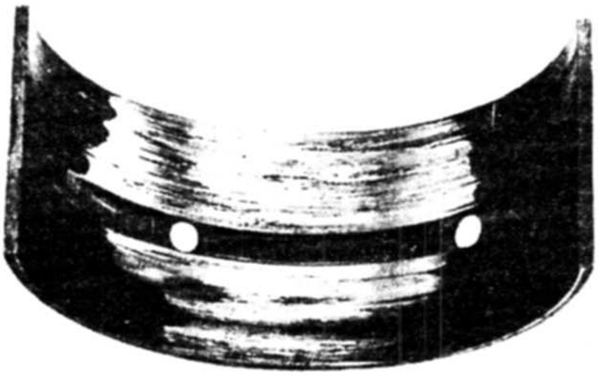
کمبود روغن موجب آسیب دیدن این یاتاقانها شده است. فقدان روغن می‌تواند بلافاصله پس از تعمیر اساسی بروز کند. در این زمان، راه‌اندازی سیستم روغنکاری حائز اهمیت بسیار است.

پس از راه‌اندازی، احتمال بروز مسائل دیگری وجود دارد. ممکن است کمبود موضعی و کلی روغن بر اثر نشتی خارجی، اتفاق بیفتد. گرفتگی توری کاهش روغن، خرابی پمپ روغن، مسدود شدن یا نشتی راهگاههای روغن، خرابی فنرهای شیر فشارشکن، یا فرسایش یاتاقانها می‌تواند باعث توقف گردش روغن موتور شود.

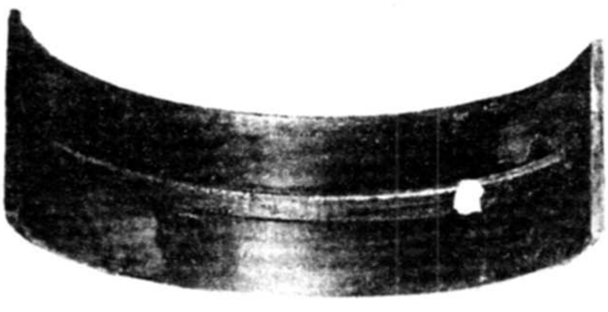
همچنین نادرست بودن محل سوراخ روغن، باعث قطع جریان روغن به طرف یاتاقانها و خرابی سریع آنها می‌شود. همیشه، همراستا بودن سوراخ یاتاقان را با سوراخ محل تغذیهٔ روغن، بازرسی کنید.

همچنین در مورد موتورها، خرابی پمپ سوخت می‌تواند باعث رقیق شدن روغن بر اثر نشت سوخت به درون کارتل شود. این امر موجب کاهش استحکام فیلم روغن شده، اصطکاک حاصل، موجب خراشیدگی یاتاقانها می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۶.



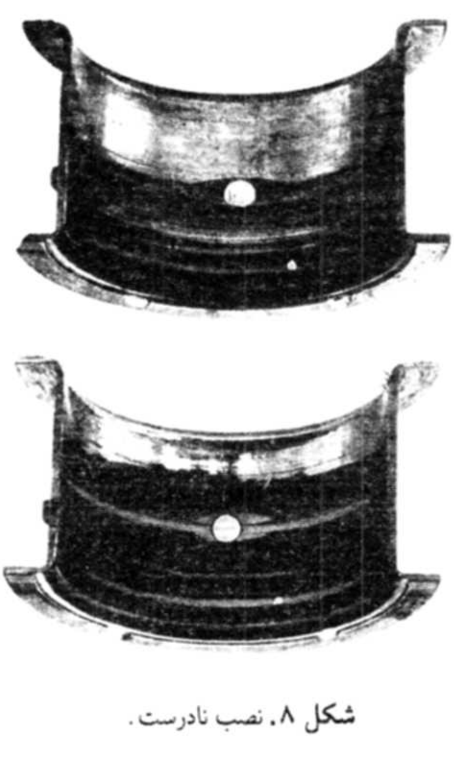
شکل ۷.

نصب نادرست

نصب نادرست و آسیب یاتاقان بر اثر آن می‌تواند ناشی از باریک شدن سرمحورها، گرد نبودن قطر داخلی یاتاقان، جای‌گیری نادرست یا ناهمراستایی شاتون باشد.

سرمحورهای باریک شده باعث ایجاد خلاصی بیش از حد بین یاتاقان و بوش شده و سایش بیشتری روی یک لبهٔ یاتاقان ایجاد می‌کند. این سایش، بر اثر، نیروی وارد بر یاتاقانی که بار بیشتری را حمل می‌کند، افزایش خواهد یافت.

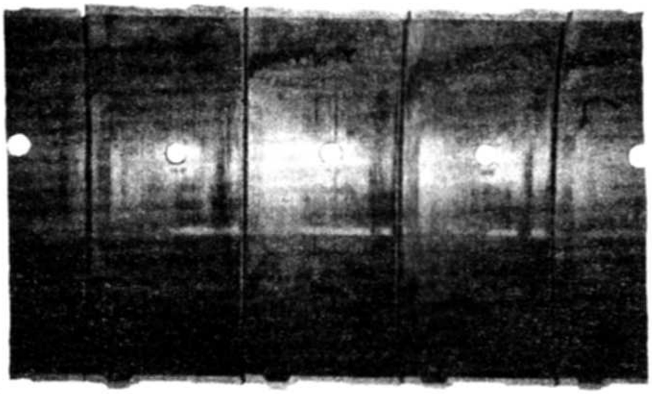
توصیه : با استفاده از روش صحیح نصب یاتاقان را تعویض کنید.



شکل ۸. نصب نادرست.

دو پهن بودن جای یاتاقان معمولاً با توجه به الگوی سایش روکش در لبه‌های جدایش قابل مشاهده است، در نتیجه سایش شدید و داغ شدن در این منطقه رخ می‌دهد.

توصیه : تعویض کنید.

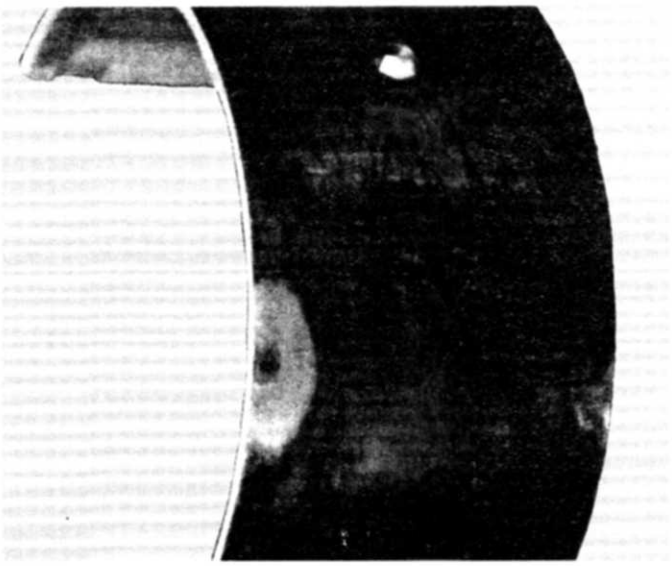


شکل ۹.

مقدار کمی از فرورفتگی نیم‌هلالی یاتاقان در پشت لبه‌های جدایش شاتون و کپهٔ شاتون امتداد پیدا می‌کند. هنگام محکم کردن پیچهای شاتون، فرورفتگیهای نیم‌هلالی یاتاقان، سر جای خود قرار می‌گیرند.

این وضعیت «لهیدگی» نامیده می‌شود. لهیدگی ایجاد شده در نیم‌هلالی یاتاقان، که به وسیلهٔ سازندگان یاتاقان ایجاد می‌شود، براساس تجربه و اطلاعات مهندسی مشخص شده و به هیچ وجه نباید تغییر داده شود. وقتی گشتاور پیچشی توصیه شده به نیمه‌های یاتاقان وارد می‌شود، درنتیجهٔ ایجاد لهیدگی صحیح در لبه‌ها، به آنها فشار وارد می‌شود. این فشارها نیم‌هلالیها را محکم در محل خودشان نگه می‌دارد.

هنگام سوهان زدن لبه‌های جدایش کپه‌های یاتاقان، لهیدگی اضافی ایجاد می‌شود. این لهیدگی اضافی موجب تورفتگی نیم‌هلالی یاتاقان به طرف داخل و در نتیجه خرابی زودرس یاتاقان و آسیب دیدن میل‌لنگ خواهد شد.

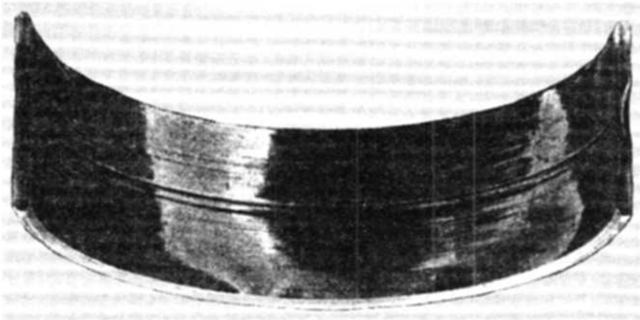


شکل ۱۰.

حالت برعکس لهیدگی اضافی، لهیدگی ناکافی یاتاقان است که می‌تواند موجب خرابی یاتاقان و میل‌لنگ شود. وجود هر گونه سطح صیقلی در پشت نیم‌هلالی یاتاقان در لبه‌های جدایش نشان دهندهٔ لهیدگی ناکافی است. عمل صیقلی شدن ناشی از حرکت یاتاقان در جای خود است. لهیدگی ناکافی موجب کاهش انتقال حرارت و خرابی روکش یاتاقان خواهد شد. برخی از علل لهیدگی ناکافی عبارت‌اند از:

- **گشتاور ناکافی و ناشی از آسیب‌دیدگی سطوح درگیر در لبه‌های جدایش کپه‌ها و یاتاقانها**
- **رسیدن پیچهای کپهٔ شاتون به ته سوراخهای بسته، که در نتیجهٔ آن مقدار گشتاور درست قرائت نمی‌شود**
- **سایش جای یاتاقان یا کشیدگی کپه.**

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۱.

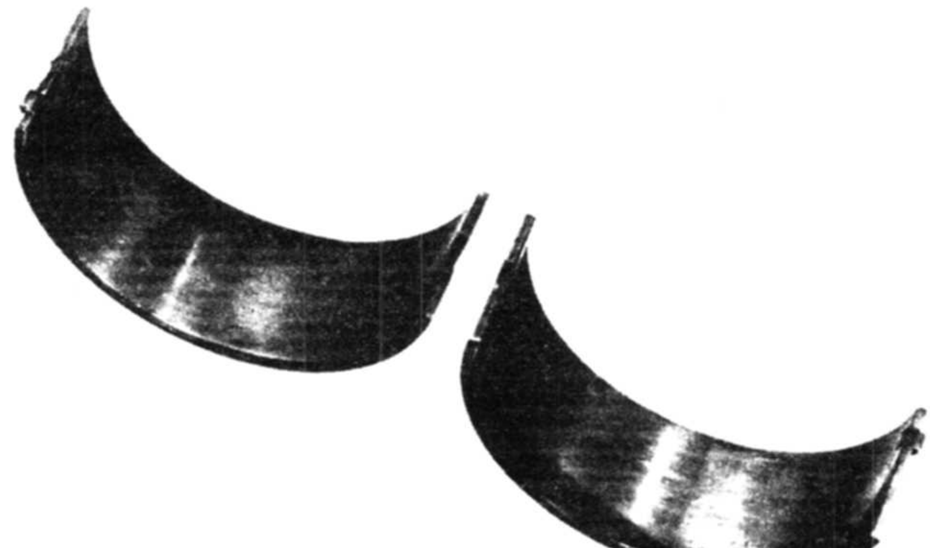
ناهمراستایی

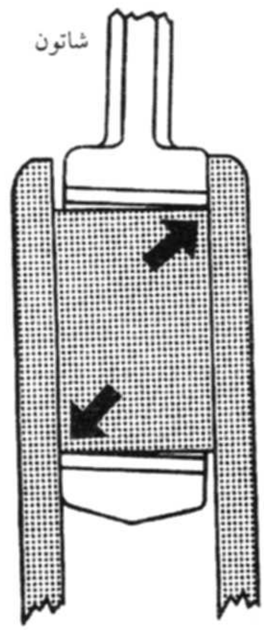
سایش شدید لبه‌های خارجی بالایی و پایینی نیم‌هلالیهای یاتاقان می‌تواند نشان‌دهندهٔ همراستا نبودن شاتون باشد.

علل ناهمراستایی عبارت‌اند از:

- **کارکرد نادرست، از قبیل فشار آوردن بیش از حد به موتور**
- **نصب نادرست شاتون**
- **استفادهٔ نادرست از شاتون در محل کار، پیش از نصب در موتور**

توصیه : تعویض کنید.





شکل ۱۲.

ناهمراستایی می‌تواند موجب سایش متمرکز در یاتاقانها شود. یک لبهٔ یاتاقان بالایی و لبهٔ مقابل یاتاقان پایینی. هنگامی که این نوع سایش به وجود می‌آید، همراستایی شافت و یاتاقانها را بازدید کنید.

توصیه : تعویض کنید.

بارگذاری بیش از حد

حرارت زیاد ناشی از بارگذاری بیش از حد موجب خستگی فلز و شکستن و جدا شدن آن از سطح یاتاقان خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۳.

خوردگی

خوردگی ناشی از تشکیل اسید در روغن موجب ایجاد حفره‌های ریز در سطح و خرابی نواحی وسیعی از یاتاقان می‌شود.

خوردگی زمانی رخ می‌دهد که دمای روغن بسیار بالا رود و کمپرس زیادی در موتور رخ دهد. غلیظ شدن روغن و، در برخی مواقع، روغنکاری نادرست نیز باعث خوردگی می‌شود.



شکل ۱۴.

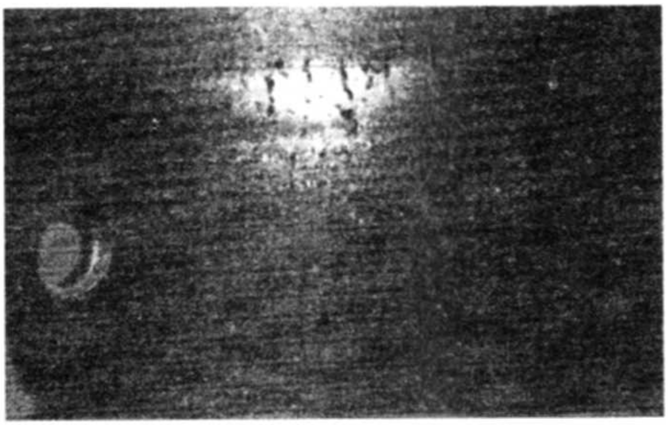
برای جلوگیری از ایجاد خوردگی در موتور، توصیه‌های سازندگان را در موارد زیر رعایت کنید:

- **درجهٔ گرانروی روغن و انجام سرویس‌های توصیه شده**
- **فواصل زمانی تعویض روغن**
- **محلول خنک‌کننده و فواصل زمانی تعویض آن.**

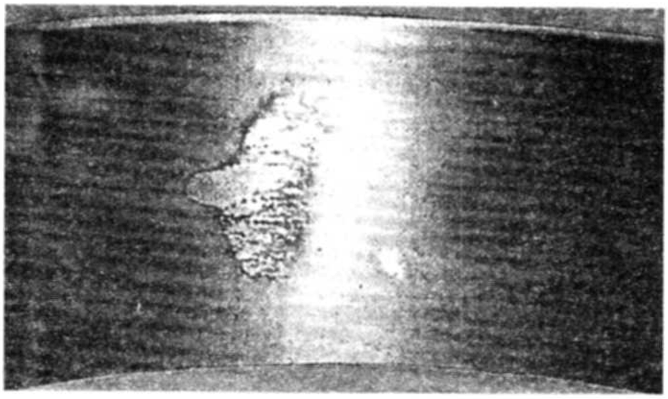
توصیه : تعویض کنید.

تصویر زیر خوردگی سرب را در یک یاتاقان مسی - سربی نشان می‌دهد. احتمالاً بزرگترین عامل ایجاد خوردگی مواد حاصل از اکسیداسیون است که در روغن تشکیل می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



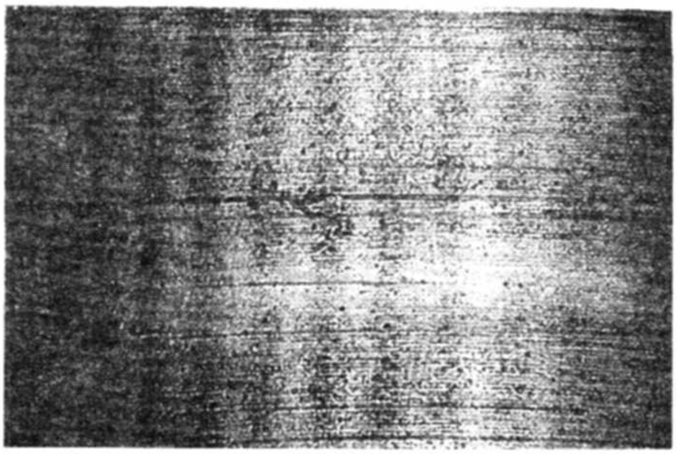
شکل ۱۵.



شکل ۱۶.

خوردگی ناشی از حفره‌زایی، نوعی شسته شدن مکانیکی سطح یاتاقان است که بین یاتاقان و سرمحور آن بروز می‌کند.

داغ شدن و لرزش موتور می‌تواند باعث تشکیل حبابهای هوا در روغن شود. تجمع حبابهای هوا می‌تواند باعث تمرکز فشار و در نتیجه خستگی و حفره‌دار شدن سطح یاتاقان شود.



شکل ۱۷.

جریان برق

جریان مخرب می‌تواند موجب عبور جرقه از فیلم روغن شود. این مسئله موجب تولید ذرات میکروسکوپی در سطح بوش و یاتاقان و باعث جدایش مداوم فلز از سطح یاتاقان می‌شود. در این صورت، با توجه به شدت عبور جریان، مشکلاتی در فواصل زمانی مختلف از چند ساعت تا چند سال مشاهده می‌شود.

تصویر زیر، سایش الکتریکی را به صورت سطح مات در ناحیهٔ بارگذاری‌شدهٔ یک یاتاقان نشان می‌دهد.

توصیه : تعویض کنید.

خودآزمایی

پرسش

۱. متداولترین علت خرابی یاتاقان بوشی چیست؟
۲. چگونه می‌توان از متداولترین علت خرابی یاتاقان بوشی پیشگیری کرد؟
۳. نکتهٔ مهم هنگام جایگذاری نیم‌هلالی یاتاقان چیست؟
۴. سایش متمرکز در لبهٔ بالایی و لبهٔ مقابل پایینی یاتاقان نشان‌دهندهٔ چیست؟
۵. ایجاد حفره‌های ریز در سطح همراه با خرابی نواحی وسیع یاتاقان نشان دهندهٔ چیست؟

۳

مکانیسم محرک سوپاپ



مقدمه

مکانیسم محرک سوپاپ در موتور از میل سوپاپ، تایپیت‌ها، میل تایپیت، اسبک سوپاپها و فنرهای سوپاپ تشکیل می‌شود. خرابی این قطعات، در این بخش توضیح داده شده‌اند.

شناسایی خرابیهای سوپاپ

در میان تمام قطعات مکانیسم محرک سوپاپ، خرابیهای سوپاپ، به‌ویژه سوپاپهای دود، متداولتر است.

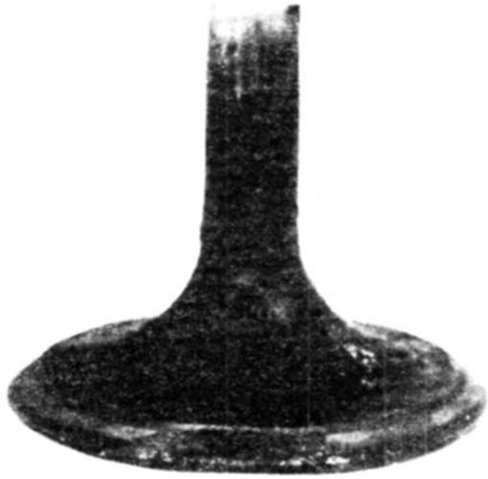
متداولترین علل خرابی سوپاپ عبارت‌اند از:

- **پیچیدگی سیت سوپاپ**
- **رسوب روی سوپاپ**
- **خلاصی بسیار کم تایپیت**
- **فرسایش ساق سوپاپ**
- **ساییدگی**
- **خستگی حرارتی**
- **حفره‌دار شدن**
- **شکستگی**
- **سایش**

پیچیدگی سیت سوپاپ

سوپاپ به علت پیچیدگی سیت می‌سوزد. علل اصلی پیچیدگی سیت سوپاپ عبارت‌اند از:

- **خرابی سیستم خنک‌کننده**
- **دوپهن شدن یا شل شدن سیت. این امر می‌تواند موجب توقف مبادلهٔ گرما بین بوش و سرسیلندر یا بدنهٔ موتور شود.**
- **هنگام بستن سرسیلندر، اغلب پیچیدگی سطوح آب‌بندی در قسمت سرسیلندر یا بدنهٔ موتور، موجب پیچیدگی سیت می‌شود. محکم کردن نادرست، وارد کردن گشتاور بیش از حد و توالی نادرست بستن پیچها نیز می‌تواند موجب پیچیدگی سیت‌های سوپاپ شود.**
- **هم‌مرکز نبودن سیت سوپاپ با جای راهنمای سوپاپ.**



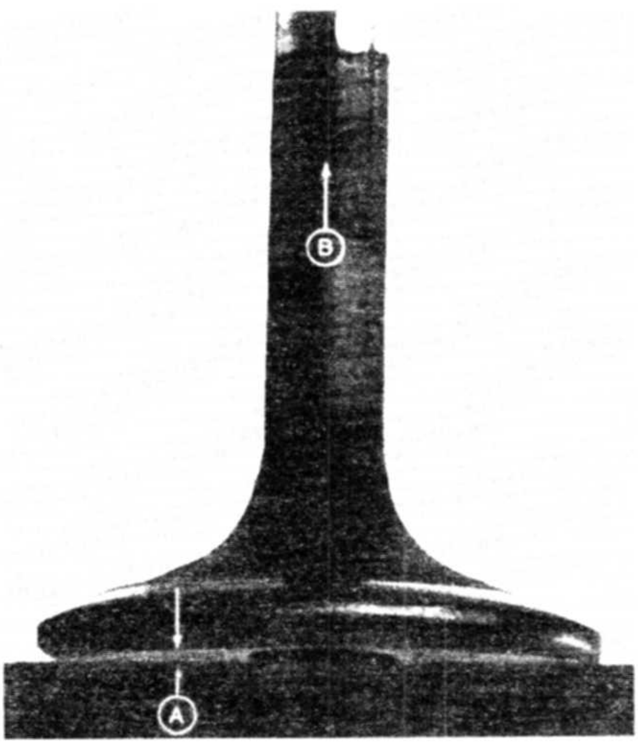
شکل ۱.

توصیه : تعویض کنید.

گود شدن سوپاپهای هوا (A) بر اثر تنش بیش از حد ناشی از داغ شدن، هنگامی که به جای سوپاپ دود مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تغییر رنگ ساق سوپاپ هوا (B) نشان دهندهٔ گرم شدن بیش از حد است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲.

رسوب روی سوپاپ

تجمع رسوب از علل متداول خرابی موتورهای دیزل به شمار نمی‌رود، اما این مشکل گاهی مشاهده می‌شود.

رسوب روی ساق سوپاپ می‌تواند ناشی از دمای بسیار بالایی باشد که استفاده از روغن نامناسب باعث به وجود آمدن آن می‌شود.

هیچ‌گونه دفع گرما از ساق سوپاپ به طرف راهنمای سوپاپ و از راهنما به طرف بدنهٔ موتور انجام نمی‌شود.

حرارت انباشته شده در ساق سوپاپ یا راهنمای سوپاپ موجب تشکیل مقدار زیادی دوده می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

سوپاپ بر اثر تشکیل رسوب، خراب می‌شود و سپس می‌شکند. این مسئله به سیت آسیب وارد می‌کند و «کمپرس» حاصل موجب سوختگی سوپاپ می‌شود.

سایر عواملی که می‌توانند علت این نوع خرابی به شمار روند عبارت‌اند از:

- **ضعیف شدن فنر سوپاپ که موجب آب بندی ضعیف بین سیت و سطح سوپاپ شده و امکان تشکیل رسوب را فراهم می‌سازد.**
- **خلاصی بسیار کم تاپیت نیز می‌تواند موجب کاهش آب‌بندی بین سوپاپ و سیت شود.**
- **چسبیدگی سوپاپها در راهنمای سوپاپ موجب تجمع رسوب بر روی سطح و سیت سوپاپ می‌شود.**
- **پهن بودن سیت سوپاپ باعث کاهش فشار نشستن سوپاپ و نیز کاهش خردشدن رسوبات در هنگام بسته بودن سوپاپ می‌شود.**
- **عدم چرخش سوپاپ (که برای تمیز شدن سوپاپ ضروری است).**

توصیه : تعویض کنید.

خلاصی بسیار کم تاپیت

خرابی سوپاپ نشان داده شده در شکل زیر ناشی از خلاصی بسیار کم تاپیت است. بین سوپاپ و سیت فاصله‌ای باقی می‌ماند. رد کردن کمپرس موجب سوختگی سطح سوپاپ می‌شود.

علل خلاصی بسیار کم تاپیت عبارت‌اند از:

- **خلاصی تاپیت مطابق با مشخصات تنظیم نشده است.**
- **خرابی سوپاپ‌چرخانها و در نتیجه سوختگی سوپاپها**
- **درست کار نکردن سیستم خنک‌کاری یا خرابی ترموستات**
- **دمای بیش از حد بر خلاصی تاپیت تأثیر می‌گذارد.**
- **پس از آب‌بندی و سفت کردن مجدد پیچهای سرسیلندر، خلاصی تاپیت مجدداً کنترل نشده است.**

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳.



شکل ۴.



شکل ۵.

سوختگی سوپاپ

سوپاپ بر اثر پیش‌اشتعال دچار خرابی و سوختگی می‌شود. دمای سوپاپ آن‌قدر بالا می‌رود که بخشی از سرسوپاپ ذوب می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۶.

ساییدگی سوپاپها

این سوپاپ ساییده شده اما خراب نشده است. با وجود این، به دلیل خوردگی زیر سوپاپ پس از مدتی خواهد شکست. علل ساییدگی سوپاپ عبارت‌اند از:

- **نامناسب بودن نوع سوخت**
- **احتراق نادرست**
- **دمای بیش از حد سوپاپ**
- **رقیق بودن مخلوط سوخت و هوا که موجب داغ شدن سوپاپها و ساییدگی آنها می‌شود.**

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۷.

خستگی حرارتی

حرارت بیش از حد می‌تواند موجب ترک‌خوردگی سر سوپاپ شود. ترک‌خوردگی بیشتر می‌تواند باعث شکستگی قطعات سوپاپ شود. علل ترک‌خوردگی سوپاپها بر اثر خستگی حرارتی عبارت‌اند از:

- **ساییدگی راهنمای سوپاپ**
- **پیچیدگی سیت‌ها**
- **رقیق بودن ترکیب هوا ـ سوخت**

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۸.

حرارت زیاد موجب پیچش این ساق سوپاپ و آسیب دیدن کاسه نمد شده است. هنگامی که خرابی گاورنر موجب رسیدن سوخت زیاد به موتور شود، دور موتور بالا می‌رود و موتور داغ می‌کند.

توصیه : تعویض کنید.

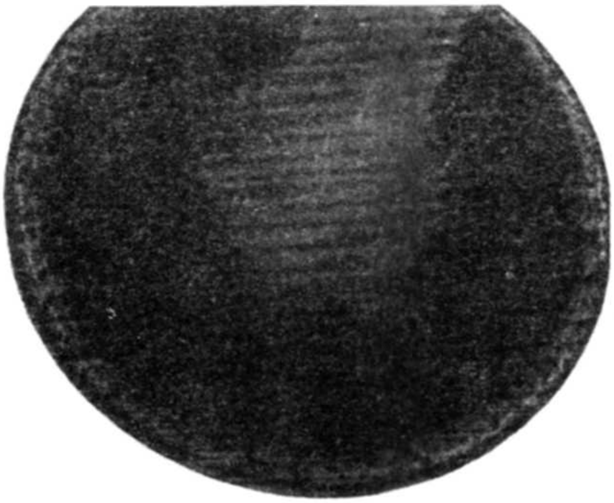


شکل ۹.

حفره‌دار شدن

ذرات کربن می‌توانند بین سوپاپ و سیت سوپاپ انباشته شوند. این مسئله باعث ایجاد حفره در سطح سوپاپ می‌شود.

توصیه : سوپاپهای حفره‌دار را تعویض و سوپاپ را سنگ بزنید و آب‌بندی کنید.



شکل ۱۰.

شکستگیها

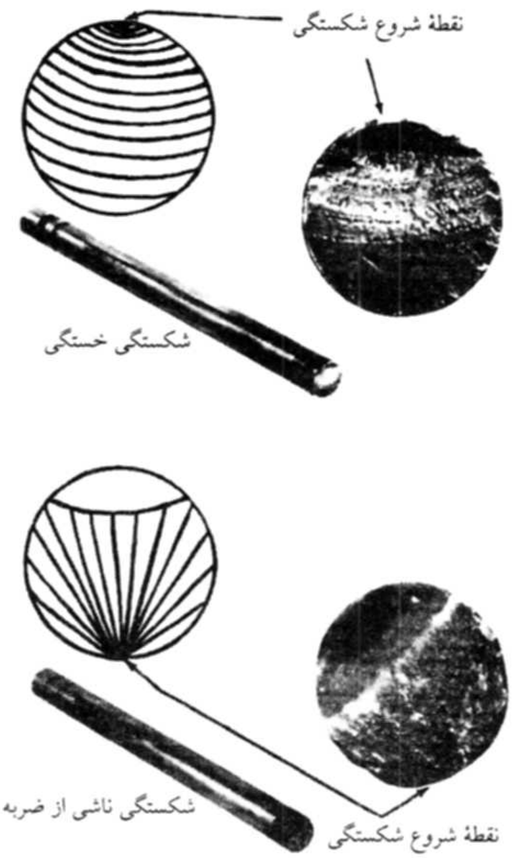
شکستگی ناشی از خستگی عبارت است از شکستگی تدریجی سوپاپ بر اثر حرارت بالا و فشار. در شکستگی خستگی معمولاً خطوط پیشرفت شکستگی، مانند شکل مقابل، مشاهده می‌شود.

شکستگی ناشی از ضربه، شکستگی مکانیکی سوپاپ است. علت این نوع شکستگی قرار گرفتن سوپاپ روی سیت با نیروی بسیار زیاد و معمولاً ناشی از لقی بسیار زیاد سوپاپ است.

در شکستگی ناشی از ضربه معمولاً خطوط پیشرفت مشاهده نمی‌شود، بلکه طرح خطوط مانند جای پنجهٔ کلاغ است (مانند تصویر پایین).

سوپاپهای شکسته همیشه از نوع خاصی نیستند. ترکیب گرما و فشار زیاد هنگام جا زدن موجب بروز خرابیهای مختلف از نظر شدت و وضعیت ظاهری می‌شود.

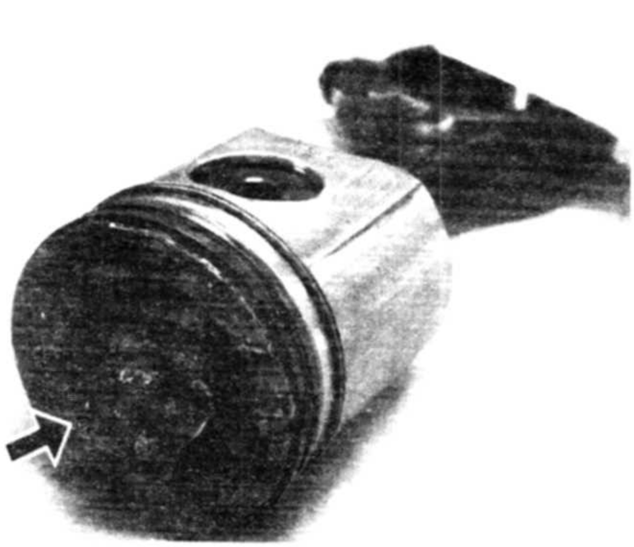
توصیه: تعویض کنید.



شکل ۱۱.

سر سوپاپ (پیکان) که در قسمت بالای این پیستون مشاهده می‌شود ناشی از شکستگی مکانیکی ساق سوپاپ است که دور بالای موتور باعث این شکستگی شده است. آسیب کاسه‌نمد در توربوشارژر موجب نشت روغن از طریق منیفولد بنزین (هوا) به محفظهٔ احتراق سیلندر می‌شود. اشتعال روغن موجب بالا رفتن بیش از حد دور موتور می‌شود.

توصیه: تعویض کنید.



شکل ۱۲.

سایش

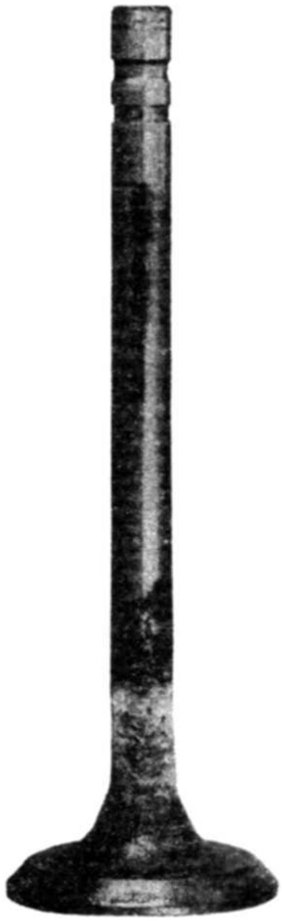
این سوپاپ به دلیل سوختگی سرسوپاپ خراب شده است. سایش ساق سوپاپ و تشکیل دوده در راهنما، نشان‌دهندهٔ ساییدگی راهنمای سوپاپ است و احتمالاً می‌تواند علت این خرابی باشد.

سایش راهنمای سوپاپ منجر به خرابی سوپاپ می‌شود:

- راهنمای ساییده شده مانع سایش یکنواخت سیت سوپاپ می‌شود و در نتیجه سوپاپ کاملاً سر جای خود قرار نمی‌گیرد، بدین ترتیب گازهای ناشی از احتراق به طرف خارج نشت می‌کنند و سوپاپها دچار سوختگی می‌شوند.
- راهنمای ساییده شده باعث می‌شود سوپاپ هنگام برخورد به سیت، زاویه‌دار باشد، و سطح آب‌بندی آن آسیب ببیند و در نتیجه موجب سوختگی و کمپرس رد کردن شود.
- خلاصی بیش از حد ساق سوپاپ و راهنمای سوپاپ موجب جریان یافتن روغن زیاد به طرف ساق سوپاپ و در نتیجه رسوب دوده به مقدار بسیار زیاد خواهد شد، این امر باعث چسبیدگی رینگها و یا دفع گرمای اندک می‌شود.
- هنگامی که لبه‌های داخلی راهنمای سوپاپ ساییده می‌شوند، دیگر نمی‌توانند عمل تراشیدن دوده را انجام دهند.

عوامل دیگری نیز می‌توانند موجب خرابی زودرس راهنمای سوپاپ شوند:

- انگشتیهای نرسوده موجب نشار محوری زیاد در یک طرف ساق سوپاپ می‌شوند.
- روغنکاری ناکافی موجب خراشیدگی می‌شود.
- تشکیل رسوب کربن بر روی ساق سوپاپ موجب ساییدگی راهنمای سوپاپ و شیپوری شدن آن می‌شود.
- کج شدن فنرسوپاپ موجب وارد آمدن فشار محوری جانبی بر روی ساق سوپاپ و در نتیجه سایش بیش از حد می‌شود.

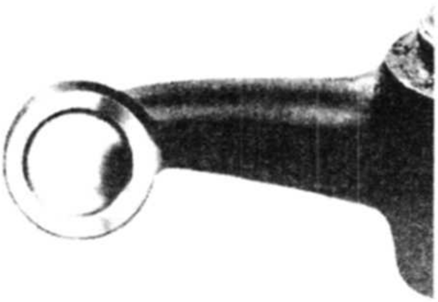


شکل ۱۳.

شناسایی خرابیهای انگشتی سوپاپ

مثالی از تأثیر روغنکاری ناکافی بر روی سایش لبهٔ انگشتی سوپاپ در تصویر زیر نشان داده شده است. در این مورد، لبهٔ انگشتی سوپاپ، تقریباً به عمق ۷۵ر۰ میلیمتر ساییده شده است. تأثیر این وضعیت به شرح زیر است:

- اختلال در حرکت سوپاپ
- افزایش فشار محوری جانبی سوپاپ و در نتیجه تسریع سایش راهنمای سوپاپ
- دشوار نمودن تنظیم خلاصی سوپاپ با استفاده از فیلرهای متداول.

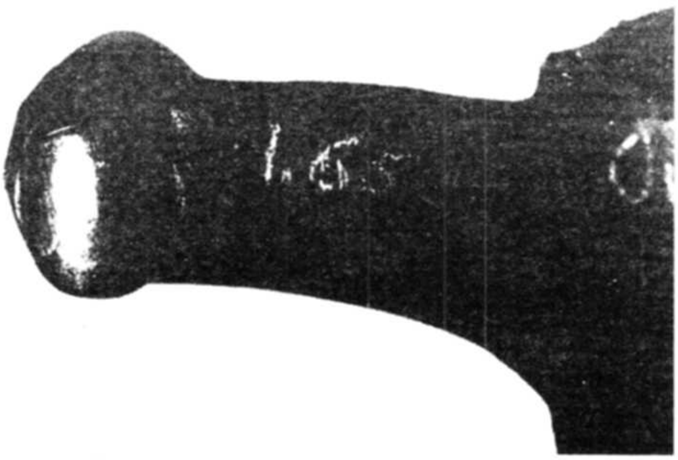


شکل ۱۴.

توصیه : تعویض کنید.

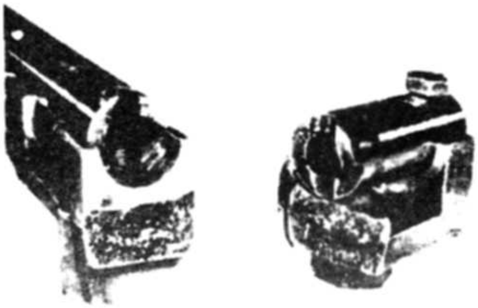
در تصویر مقابل به بوشهای انگشتی سوپاپ پوسته شده نشان داده شده‌اند. پوسته شدن ناشی از بارگذاری سنگین و تماس مکرر بین قطعات متحرک است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۵.

شل شدن پیچهای پایهٔ انگشتی سوپاپ موجب خم شدن و شکستگی میل انگشتی سوپاپ می‌شود. هنگامی که میل انگشتی سوپاپ نصب می‌شود، پیچهای بست باید مطابق با مشخصات مندرج در راهنمای فنی، محکم شوند. ساییدگی دکمهٔ انگشتی سوپاپ در قسمت میل‌اسبک و لبه‌های انگشتی سوپاپ نیز موجب خرابی می‌شود.



شکل ۱۶.

توصیه : تعویض کنید.

شناسایی خرابیهای میل اسبک

هنگامی که درپوش میل‌اسبک فرسوده یا شکسته می‌شود سوپاپ را نیز خراب می‌کند. میل دارای درپوش شکسته موجب ناهمراستایی میل‌اسبک و پیچ تنظیم سوپاپ می‌شود. نصب مجدد دقیق مجموعهٔ انگشتی سوپاپ مانع از این امر خواهد شد.



شکل ۱۷.

توصیه : تعویض کنید.

میل اسبک خمیده

خمیدگی میل‌اسبک اغلب ناشی از باد کردن واشر سرسیلندر است که موجب عبور گازهای داغ از کنار میل اسبک می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

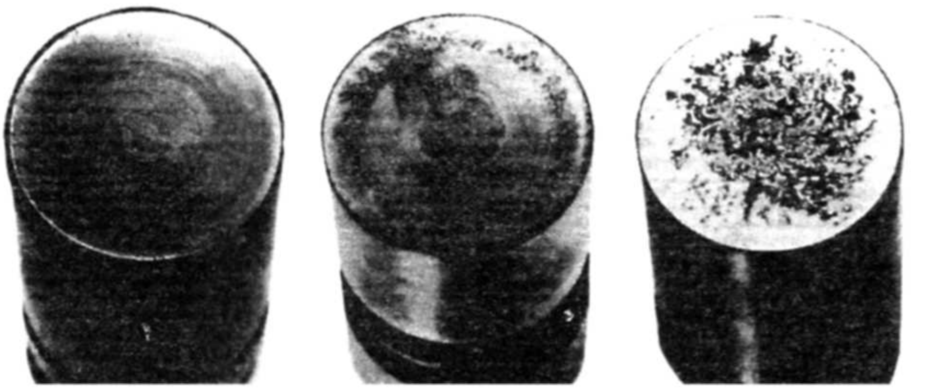


شکل ۱۸.

شناسایی خرابیهای تاپیت

در نتیجهٔ بارگذاری سنگین و دور بالا هنگام کار موتور، تاپیتها ممکن است نشانه‌های سایش، فرسایش، و خستگی نشان دهند. سایش عبارت است از کاهش تدریجی و یکنواخت مواد سطحی بر اثر اصطکاک (شکل سمت چپ). خرابی حاصل از فرسایش شدیدتر است (شکل وسط). خرابی سطح در نتیجهٔ ایجاد شیارهای عمیق، زبر شدن سریع سطح، ذوب شدن و جدا شدن فلز سطح ایجاد می‌شود (شکل سمت راست). خستگی سطحی تمایل فلز به شکستگی تحت تنش است. این وضعیت معمولاً حفره‌دار شدن، پوسته شدن و ورقه شدن نامیده می‌شود. وجود گرد و خاک در روغن موجب فرسودگی حاصل از سایش می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۹.

خودآزمایی

پرسش

۱. کدام یک از اجزای مکانیسم محرک سوپاپ بیشتر احتمال خرابی دارد؟
۲. علل تغییر رنگ ساقهای سوپاپ هوا چیست؟
۳. علل تجمع دودهٔ زیاد بر روی ساقهای سوپاپ چیست؟
۴. علت سوختگی سطح رویی سوپاپ چیست؟
۵. (درست یا نادرست) پیش‌اشتعال می‌تواند به حدی باعث بالا رفتن دما در سوپاپ شود که رویهٔ سوپاپ ذوب گردد.
۶. (درست یا نادرست) سوخت نامناسب یا ترکیب هوا - سوخت رقیق می‌تواند باعث ساییدگی سرسوپاپ شود.
۷. علل ترک‌خوردگی سرسوپاپ چیست؟
۸. علل پوسته شدن سطح سوپاپ چیست؟
۹. علل شکستگی حاصل از ضربه در سوپاپ چیست؟
۱۰. (درست یا نادرست) فرسودگی راهنمای سوپاپ تأثیر جدی در عملکرد سوپاپ ندارد.

۴

توربوشارژرها



مقدمه

این بخش به شناسایی خرابیهای اجزای زیر در توربوشارژر اختصاص دارد.

- **چرخها و پروانه‌ها**
- **شافتها**
- **یاتاقانهای بوشی**
- **یاتاقانهای کفگرد**
- **پوسته‌ها**

این خرابیها در صفحات بعد مورد بحث قرار گرفته و نشان داده می‌شوند.

نکتهٔ مهم: تقریباً در تمام موارد با تعویض یک قطعهٔ خراب، به خودی خود، خرابی رفع نمی‌شود. به منظور اجتناب از تکرار خرابی، علت خرابی را تعیین و آن را برطرف کنید.

چرخها و پروانه‌ها

سرعت چرخش بالا و دمای زیاد باعث می‌شود تا چرخهای توربوشارژر نسبت به شرایط کاری و محیطی آسیب‌رساننده حساس شوند.

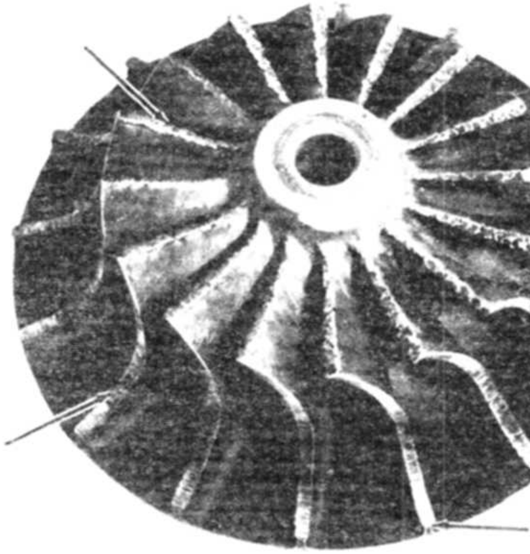
علل خرابی چرخ توربوشارژر عبارت‌اند از:

- **مواد خارجی (علت اصلی خرابی)**
- **آسیب ناشی از تماس**
- **ساییدگی یا فرسودگی**

مواد خارجی

مواد خارجی علت اصلی خرابی توربوشارژر به شمار می‌روند. وجود مواد خارجی در سیستم ورودی می‌تواند منجر به این نوع آسیب شود. شکاف برداشتن شدید لبهٔ چرخهای کمپرسور احتمالاً ناشی از علل زیر است:

- **سرباره جوش از مجرا برداشته نشده است**
- **ذرات سیم آزاد شده که از هواکش می‌آیند**
- **پیچها، مهره‌ها، واشرها و غیره**
- **ذرات باقی مانده از خرابیهای قبلی توربوشارژر**
- **شل شدن مهرهٔ چرخ کمپرسور**
- **عقب‌نشینی شافت رزوه‌دار**



شکل ۱.

توصیه : تعویض کنید.

وجود مواد خارجی در سیستم خروجی موجب آسیب دیدن چرخهای توربین می‌شود. این نوع آسیب در تمام تیغه‌ها نسبتاً یکسان است. علل احتمالی جویدگی، خرد شدن، تغییر شکل و شکستگی لبه‌های تیغه عبارت‌اند از:

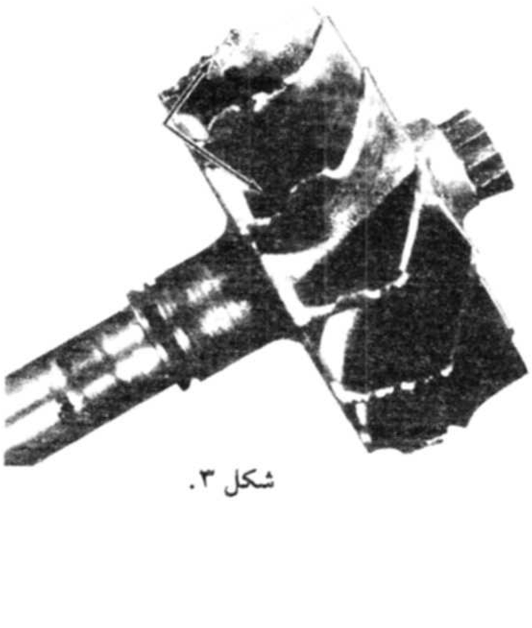
- **وجود اجزای آزاد در منیفولد دود**

  (مهره‌ها، پیچها، واشرها و قطعات باقی‌مانده از خرابی قبلی توربوشارژر)
- **شکستگی سوپاپ موتور**
- **شکستگی رینگ پیستون**



شکل ۲.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳.

آسیب ناشی از تماس

آسیب دیدن یاتاقانها بر اثر آلودگی روغن یا فقدان روغن، باعث حرکت شافت می‌شود. این عمل احتمالاً موجب تماس چرخ کمپرسور یا چرخ توربین با محفظه‌های آنها می‌شود. این مشکل همچنین می‌تواند ناشی از عدم تعادل اجزای گردنده باشد.

یافتن بیش از یک تیغهٔ شکسته که شدیداً با تیغه‌های مجاور اصطکاک دارد، دلیلی برای این نتیجه‌گیری است که شکستگی پس از آسیب ناشی از تماس رخ‌داده و علت این نوع آسیب نبوده است.

توصیه : تعویض کنید.

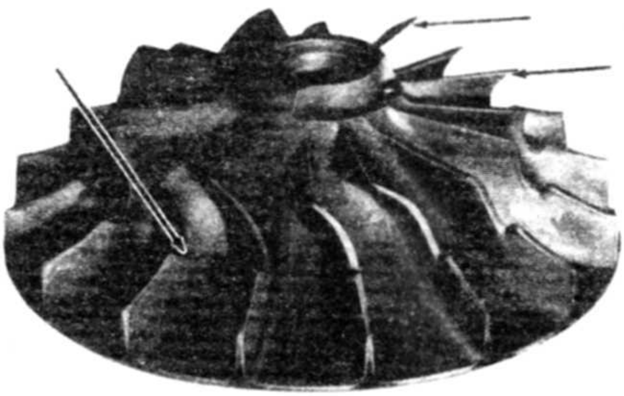


شکل ۴.

سایدگی یا فرسودگی

وجود شن باعث سایدگی این پروانه شده است. توجه داشته باشید که لبه‌های شکاف‌دار نوک تیغه‌ها بر اثر تماس با شن یا سایر ذرات سخت که با سرعت زیاد به سطح تیغه‌ها برخورد کرده‌اند از ضخامتشان کاسته شده و لبهٔ تیغه‌ها به شدت ساییده شده‌اند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵.

شافتها

انواع و علل خرابیهای شافت توربوشارژر در زیر تشریح شده است:

- تشکیل لجن
- کمبود روغن (از علل اصلی خرابی توربوشارژر). اگر موتور بدون سرد شدن، بلافاصله خاموش می‌شود، «کلاچ یک‌طرفهٔ» توربوشارژر متوقف می‌شود و روغن به آن نمی‌رسد. قبل از خاموش کردن موتور، اجازه دهید مدت کوتاهی در حالت دور در جای آرام کار کنند.
- روغن آلوده

تشکیل لجن

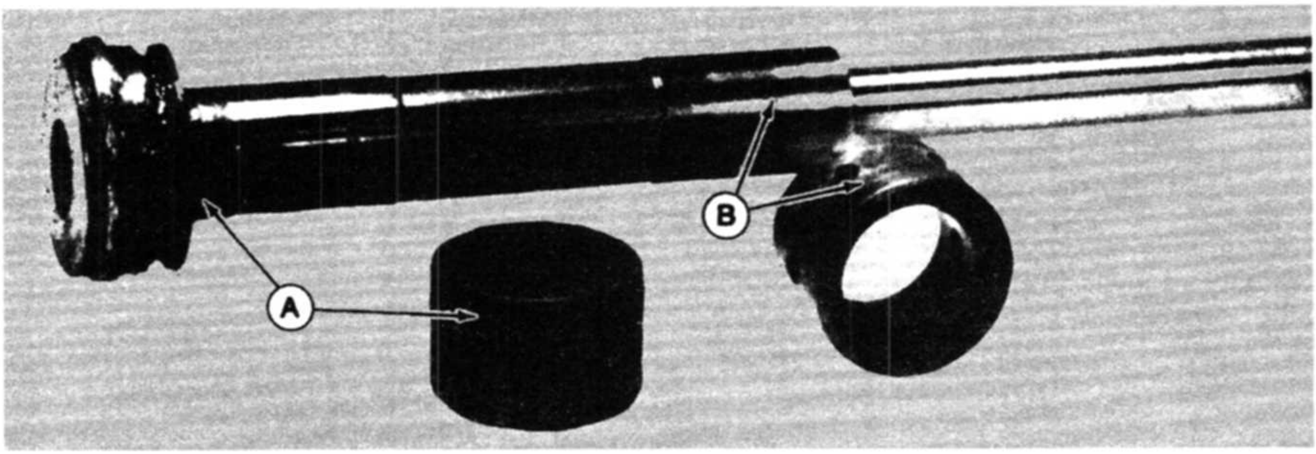
علت احتمالی تشکیل لجن بر روی شافت و یاتاقان توربوشارژر عبارت است از:

الف) خاموش کردن موتور بلافاصله پس از کار کردن در حالت بار کامل بدون اینکه موتور سرد شود. نتیجهٔ این امر تولید حرارت زیاد است و می‌تواند باعث تغییر رنگ شافت و یاتاقان نیز بشود. ب) یاتاقانهایی که بیش از حد داغ شده‌اند باعث بسته شدن سوراخهای روغن می‌شوند. این عیب منجر به مشکلات بیشتر روغنکاری خواهد شد.

تشکیل لجن منجر به ایجاد عیوب زیر می‌شود:

- اصطکاک چرخ توربین و کمپرسور
- آسیب / شکستگی شافت
- فرسودگی یا آسیب واشر کفگرد

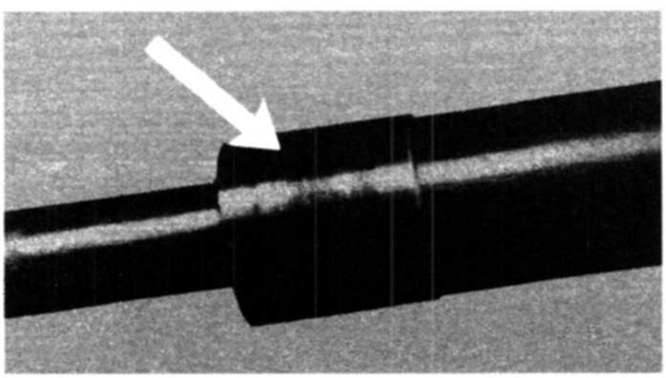
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۶.

کمبود روغن

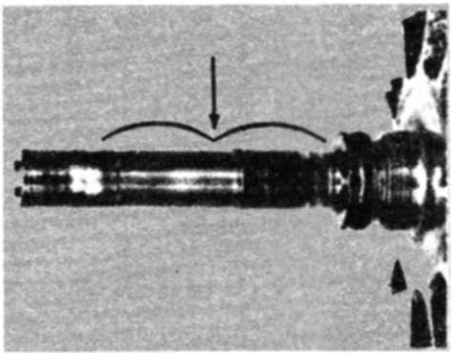
مراحل روشن و خاموش کردن موتور، به‌ویژه زمانی که موتور به مدت چندین هفته مورد استفاده قرار نمی‌گیرد یا پس از تعویض روغن، حایز اهمیت بسیار است.



شکل ۷.

کمبود لحظه‌ای روغن می‌تواند موجب ساییدگی یاتاقان (در تصویر مشخص شده است) بر روی شافت و ارتعاش شافت شود.

کمبود لحظه‌ای روغن همچنین می‌تواند موجب آبی رنگ شدن شافت شود که نشان‌دهندهٔ داغ شدن بیش از حد آن است.

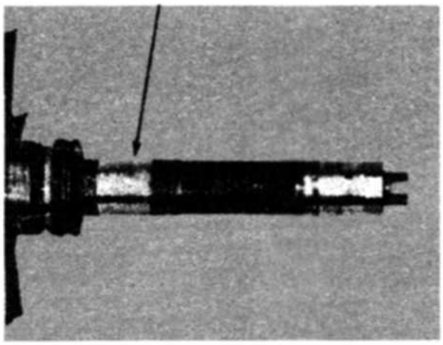


شکل ۸.

توصیه : تعویض کنید.

روغن آلوده

روغن آلوده می‌تواند به قطعات داخلی توربوشارژر آسیب برساند. سطوح خراشیده و ساییدهٔ یاتاقان موجب مقاومت و عدم تعادل اجزای گردنده و در نتیجه خرابی توربوشارژر می‌شود.



شکل ۹.

توصیه : تعویض کنید.

یاتاقانهای بوشی

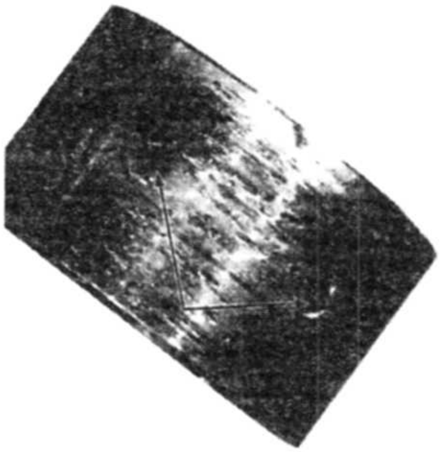
علل اصلی خرابیهای یاتاقانهای بوشی عبارت‌اند از:

- **کمبود روغن (توجه ـ دلیل اصلی خرابی توربوشارژر) موتور، قبل از خاموش شدن باید مدت کوتاهی در حالت درجا کار کند. بدین ترتیب، قبل از قطع شدن جریان روغن، توربوشارژر و موتور خنک می‌شوند.**
- **روغن آلوده**

توصیه : تعویض کنید.

کمبود روغن

کمبود روغن موجب تغییر شکل یاتاقان می‌شود (آغاز پر شدن سوراخهای روغن).



شکل ۱۰.

کافی نبودن روغنکاری موجب می‌شود تا یاتاقان ناهموار و با خراشهای ریز به نظر برسد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۱.

هنگامی که یاتاقانهای بوشی برنزی بیش از حد گرم می‌شوند، روکش خود را از دست می‌دهند و تغییر رنگ پیدا می‌کنند. در تصویر سمت چپ روکش ساییده شده و به صورت نقطه‌نقطه از بین رفته است. در تصویر سمت راست یک یاتاقان نو مشاهده می‌شود.

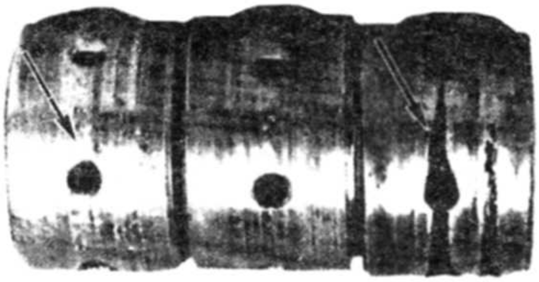
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۲.

روغن آلوده

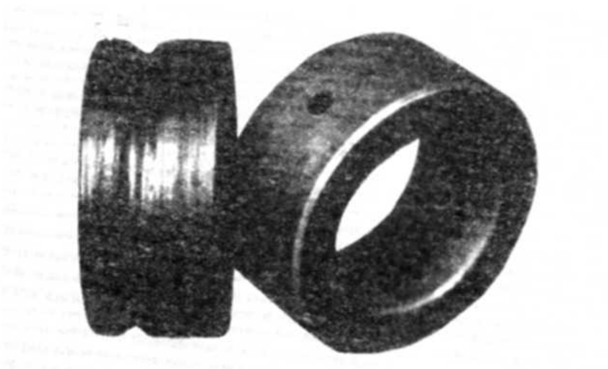
ممکن است در یاتاقان بوشی شیارهایی ظاهر شود و خراشیدگیهای عمیق و شدید در سطح خارجی یاتاقانهای بوشی نشان‌دهندهٔ وجود مواد ساینده در روغن موتور است.



شکل ۱۳ . شیارها در یاتاقان بوشی.

یاتاقان سمت راست سایش عادی را نشان می‌دهد.

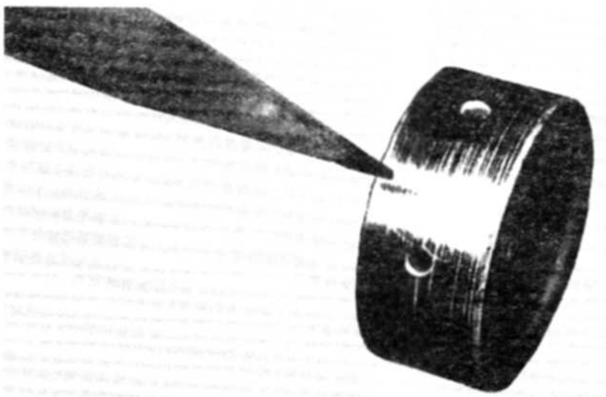
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۴ . خراشیدگیها در یاتاقان بوشی.

سطح خارجی یاتاقان خراشیده و ساییده شده و روکش آن از بین رفته است زیرا روغن آلوده بوده است.

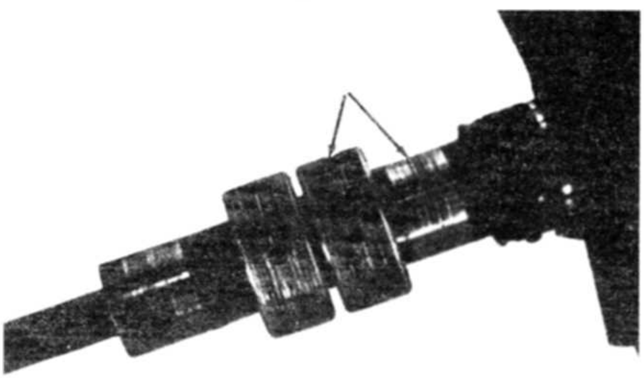
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۵ .

در تصویر مقابل روغن آلوده موجب خراشیدگی یاتاقان و شافت شده است.

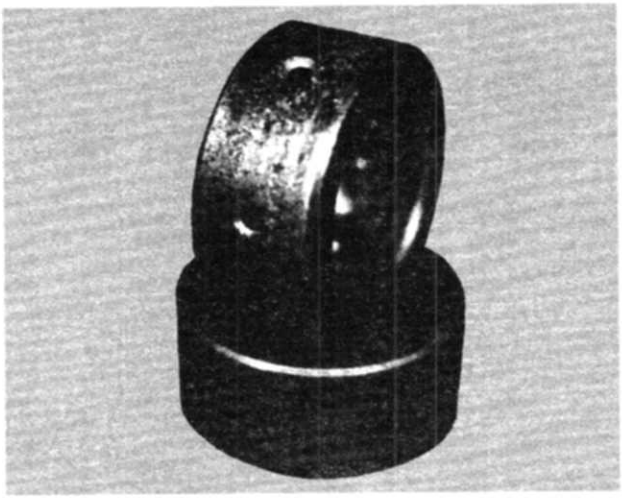
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۶ .

مواد آلوده‌کننده می‌توانند در سطوح یاتاقان آلومینیمی فرو روند و موجب سایش شدید شافت و یاتاقانهای بوشی شوند.

توصیه : تعویض کنید.

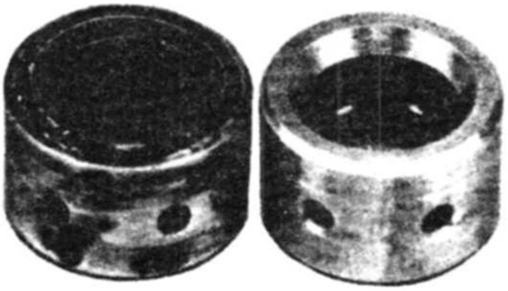


شکل ۱۷.

مجموعهٔ دوّار نامتعادل

مجموعهٔ دوّار نامتعادل، تمایل دارد تا به یاتاقان ضربه وارد کند. این امر معمولاً موجب کوچک شدن اندازهٔ راهگاههای روغن و کاهش تأمین روغن خواهد شد.

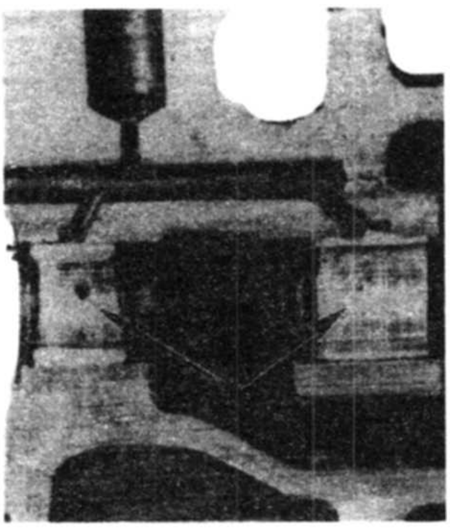
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۸.

چنانچه عدم تعادل رفع نشود، ممکن است یاتاقان به سطح داخلی محفظه بچسبد. شافت به ضربه زدن به یاتاقان ادامه می‌دهد تا زمانی که راهگاههای روغن بسته شوند.

توصیه : یاتاقانهایی را که به سطح داخلی محفظه چسبیده‌اند تعویض کنید.



شکل ۱۹.

یاتاقانهای کفگرد

علل اصلی خرابی قطعات یاتاقان کفگرد عبارت‌اند از:

- **کمبود روغن (علت اصلی خرابی توربوشارژر)**
- **روغن آلوده**



شکل ۲۰.

کمبود روغن

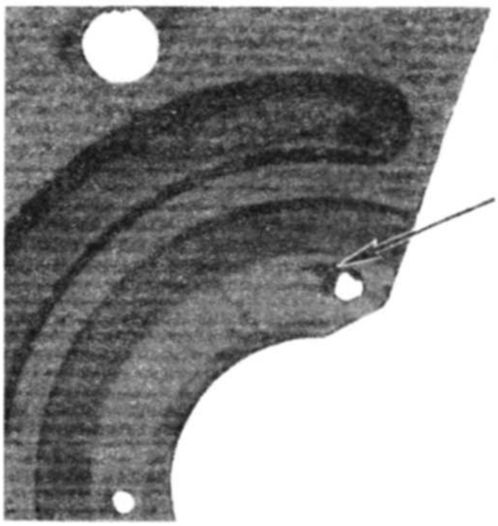
تغییر رنگ رینگهای کفگرد بر اثر حرارت، نشان‌دهندهٔ کمبود روغن است. غالباً علائم اصطکاک مشاهده می‌شود (پیکان).

توصیه : تعویض کنید.

روغن آلوده

وجود مواد خارجی در روغن می‌تواند موجب ساییدگی در اطراف راهگاههای روغن شود.

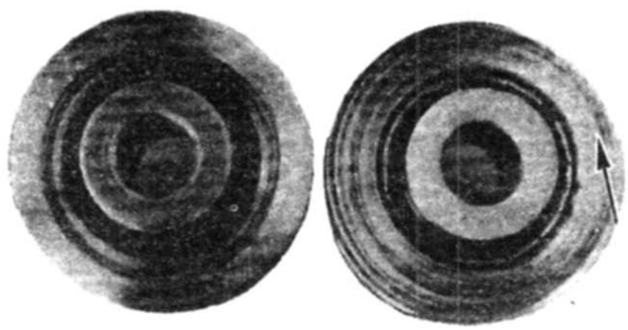
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۱.

روغن آلوده همچنین می‌تواند موجب سایش بوش کفگرد شود. لقی قسمت انتهایی افزایش می‌یابد.

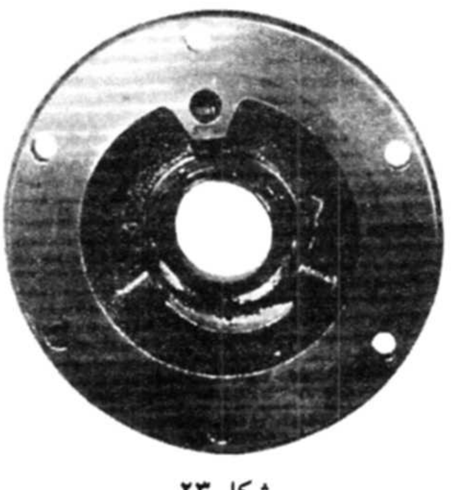
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۲.

حرکت شافت و آسیب یاتاقان بر اثر کمبود روغن یا وجود مواد خارجی، می‌تواند به نوبهٔ خود موجب شکستگی قطعات یاتاقان کفگرد شود. در تصویر زیر ساییدگی واشر کفگرد و شکستگی آن نشان داده شده است.

توصیه : تعویض کنید.

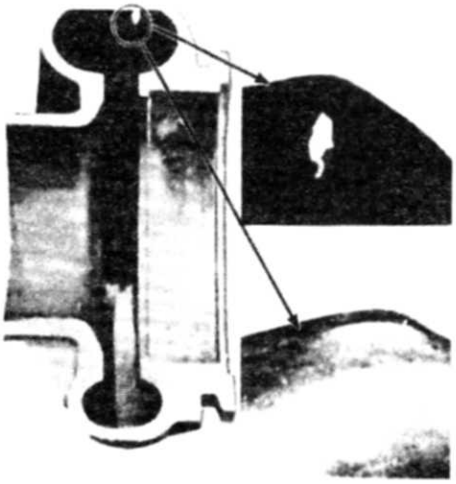


شکل ۲۳.

محفظه ها

ترک‌خوردگی محفظهٔ توربین می‌تواند ناشی از ورود مواد خارجی به درون محفظه، دمای فوق‌العاده بالا یا تنش حرارتی باشد. در برخی از موارد ترک‌خوردگی به صورت سایش تدریجی ظاهر می‌شود. اما بالاخره به خرد شدن محفظه منجر خواهد شد.

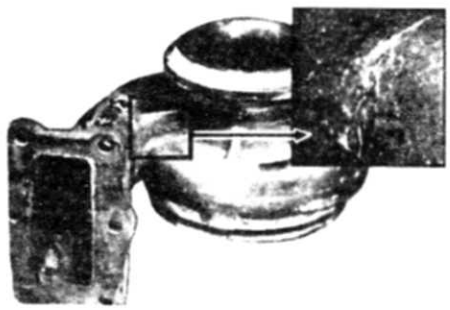
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۴.

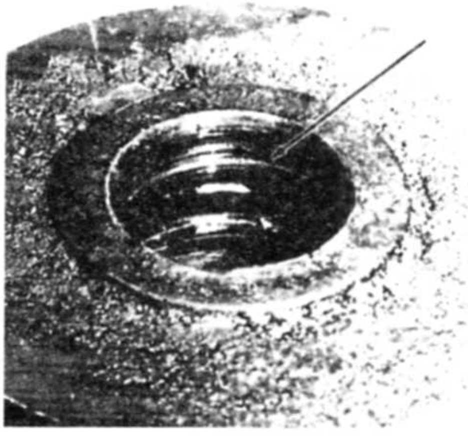
در تصویر زیر ترک‌خوردگیهای ناشی از دمای بیش از حد به صورت ترک‌خوردگیهای نازک پراکنده مشخص شده‌اند. دمای بالا می‌تواند ناشی از نشتی ورودی و خروجی، سوخت‌رسانی اضافی، استفاده از توربوشارژر نامناسب برای موتور، یا استفادهٔ نادرست از توربوشارژر به‌ویژه در نواحی مرتفع باشد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۵.

اگر محل رینگ آب‌بندی محفظه به شدت با توپی چرخ توربین اصطکاک داشته باشد، اغلب موجب حرکت شافت یا آسیب دیدن یاتاقان بوشی می‌شود.



شکل ۲۶.

خود آزمایی

پرسش

۱. یکی از علل خرابی چرخ توربوشارژر را نام ببرید (در متن سه علت ذکر شده است).

۲. چرا درجا کار کردن موتور مدت کوتاهی پیش از خاموش کردن آن حایز اهمیت است؟

۳. علل وجود شیار، خراشیدگی و خط افتادن یاتاقانهای بوشی توربوشارژر چیست؟

۴. علل وجود ترکهایِ مویی پراکنده بر روی محفظه چیست؟

۵. (درست یا نادرست) تعویض قطعهٔ خراب معمولاً از خرابیهای بیشتر جلوگیری می‌کند.

۶. دو علت اصلی خرابی توربوشارژر کدام‌اند؟

۵

چرخدنده‌ها



مقدمه

علل اصلی خرابی چرخدنده عبارت‌اند از:

- **سایش**
- **حفره‌دار شدن، پوسته شدن و خرد شدن پوسته**
- **خستگی**
- **ضربه**
- **موج‌دار شدن، شیاردار شدن و جریان سرد**
- **آثار مرکب**

بسیاری از خرابیهای چرخدنده ناشی از بارگذاری بیش از حد بر روی آن یا وارد آمدن ضربه یا بارگذاری ناگهانی بر روی آن از طریق تعویض دنده یا بدکلاچ گرفتن است. تحت بارهای توصیه‌شدهٔ عادی، اغلب چرخدنده‌ها، به نحو رضایتبخشی عمل می‌کنند.

دندانه‌های چرخدندهٔ نو معمولاً نواقص جزئی دارند که اغلب در دورهٔ آب‌بندی از بین می‌روند، زیرا دندانه‌ها روغنکاری می‌شوند و صیقل می‌خورند. پس از آب‌بندی اگر دندانه‌ها به نحو صحیح روغنکاری، تنظیم و بهره‌برداری شوند، عمر مفید طولانی خواهند داشت.

فقط انجام آزمایش توسط آزمایشگاه فلزشناسی می‌تواند وجود نواقص ناشی از ساخت را در چرخدنده مشخص کند.

در بخشهای بعد با نکات زیر در مورد چرخدنده آشنا می‌شوید:

- **انواع عمومی خرابیها ـ متداول در تمام چرخدنده‌ها ـ صرف‌نظر از کاربرد و شرایط مجموعه**
- **خرابیهای خاص ـ متداول در چرخدنده‌های اکسل عقب و گیربکسها.**

اصطلاحات چرخدنده

قطعات چرخدنده که در این بخش مورد بحث قرار می‌گیرند در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. این اصطلاحات در مورد تمام انواع چرخدنده‌ها به کار می‌روند.

برخی از چرخدنده‌ها پس از ماشینکاری به شکل نهایی، به وسیلهٔ عملیات حرارتی سخت‌کاری پوسته‌ای می‌شوند، پوستهٔ سخت (A) به وسیلهٔ عملیات حرارتی ایجاد شده و سطحی سخت و مقاوم در برابر فرسایش را به وجود می‌آورد که توسط مغزه‌ای محکم و چقرمه که سختی کمتری دارد، حمایت می‌شود.

لقی عبارت است از «بازی» یا فاصلهٔ بین دو چرخدندهٔ درگیر. لقی بیش از حد می‌تواند باعث وارد آمدن ضربهٔ شدید به دندانه‌های چرخدنده، در هنگام توقف ناگهانی و یا معکوس شدن جهت چرخش چرخدنده‌ها شود. لقی بسیار کم نیز می‌تواند باعث فرسایش دندانه‌ها بر اثر بارگذاری بیش از حد، خرابی زودرس چرخدنده و تنش زیاد وارد بر شافتها و یاتاقانها شود.

برای آگاهی از میزان خلاصی صحیح برای هر ماشین، به راهنمای سرویس یا راهنمای فنی آن ماشین مراجعه کنید.

انواع عمومی خرابیها

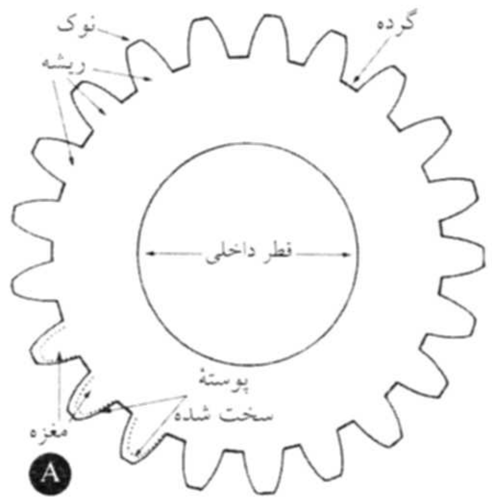
سایش

سایش عبارت است از برداشته شدن مواد سطحی چرخدنده. سایش می‌تواند تدریجی باشد، مانند فرسایش و یا سریع باشد مانند خراشیدگی. سه نوع سایش وجود دارد:

- سایش چسبنده - این نوع سایش ناشی از تماس فلز با فلز در سطوحی است که به یکدیگر جوش خورده و سپس از یکدیگر جدا شده‌اند. علل احتمالی این نوع سایش عبارت است از کافی نبودن روغنکاری یا نادرست بودن نحوهٔ درگیری چرخدنده‌ها.
- سایش حاصل از خراش‌دهی - این نوع سایش از وجود ذرات خارجی نظیر آشغال و شن ناشی می‌شود.
- سایش حاصل از خوردگی - این نوع سایش نوعی خوردگی شیمیایی سطح چرخدنده است و از آلودگی روغن یا وجود مواد مخصوص افزودنی در روغن ناشی می‌شود.

در تصویر سایش حاصل از درگیری نشان داده شده است. دلایل احتمالی این نوع سایش عبارت‌اند از کافی نبودن روغنکاری یا درگیری نامناسب بین چرخدنده‌ها.

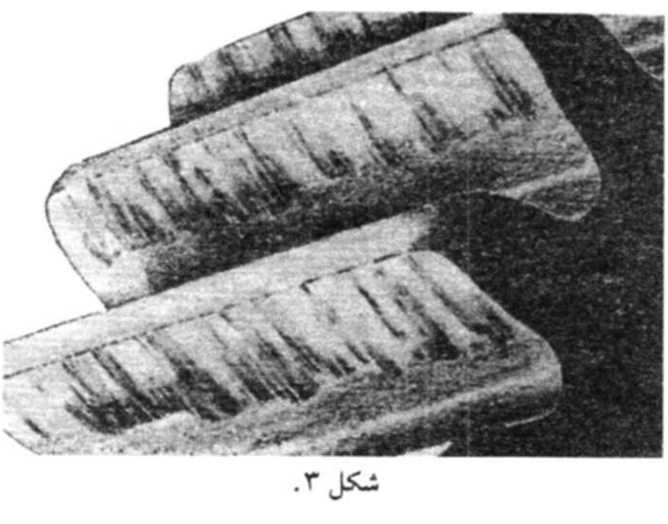
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱.



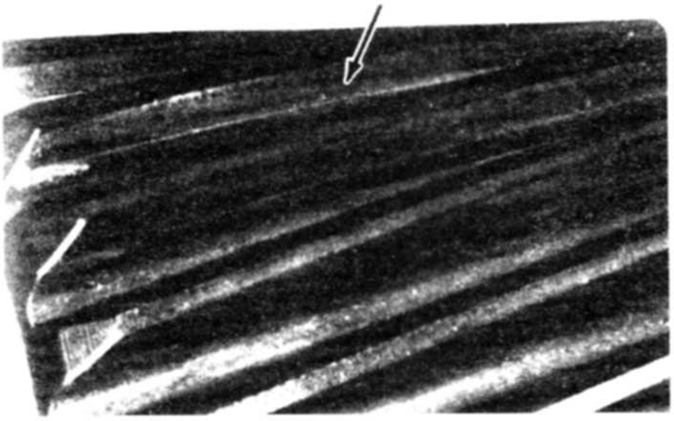
شکل ۲.



شکل ۳.

سایش معمولی در سطح رویی دندانه‌های چرخدنده باعث می‌شود تا خط گام چرخدنده قابل مشاهده باشد (در تصویر با پیکان مشخص شده است). این نوع سایش احتمالاً ناشی از وجود مواد ساینده در روغن موتور است.

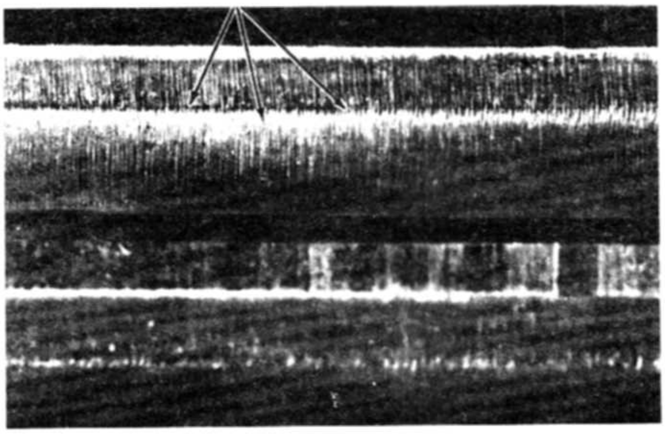
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴.

چرخدندهٔ زیر بر اثر تماس فلز با فلز تحت فشار بالا دچار خراشیدگی شده است. این خراشیدگی ناشی از کافی نبودن روغنکاری است. خط افقی در سطح ساییده شده، نشان‌دهندهٔ خط گام است. (پیکانها)

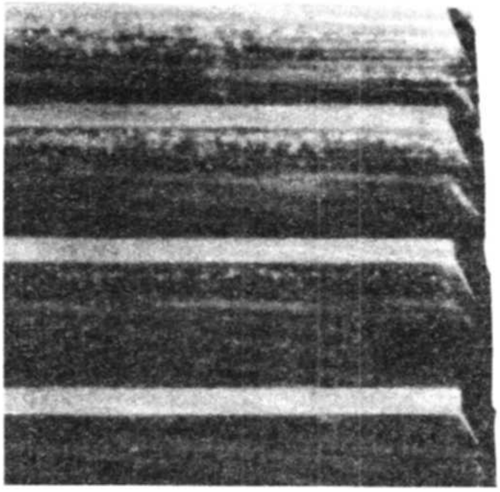
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵.

مراحل اولیهٔ خراشیدگی به صورت لکه‌های مات در قسمت فوقانی دندانه‌ها مشاهده می‌شود. در این مرحله، آسیب جزئی است.

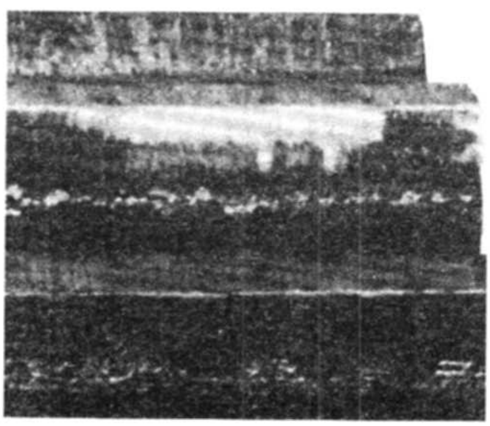
توصیه : چرخدنده را از نظر روغنکاری صحیح و نحوهٔ درگیری بازدید و آن را مجدداً مورد استفاده قرار دهید.



شکل ۶.

در تصویر مقابل، خراشیدگی مخرب نشان داده شده است. خراشیدگی شدید در بالا و پایین خط گام رخ داده است. معمولاً این نوع آسیب سریعاً گسترش پیدا می‌کند و چرخدنده خراب می‌شود.

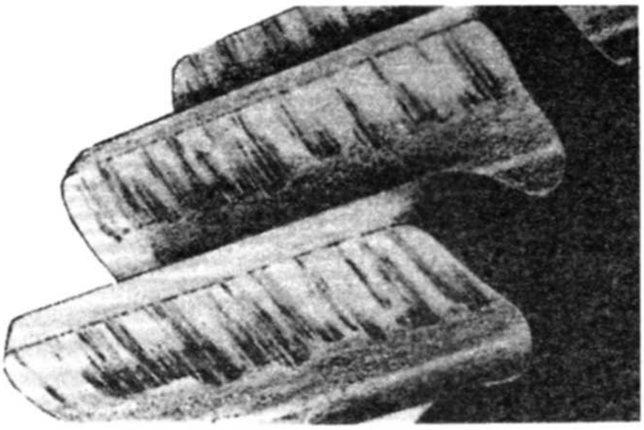
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۷.

در تصویر مقابل سایش حاصل از خراش‌دهی نشان داده شده است. آلودگی روغن یا عدم رعایت فواصل سرویس توصیه شده موجب بروز سایش حاصل از خراش‌دهی می‌شود.

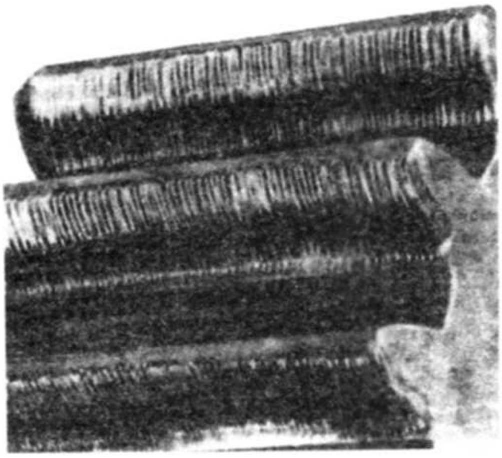
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۸.

در تصویر زیر نوعی سایش شدید نشان داده شده است. بخش بزرگی از دندانه‌های پینیون برنزی یا پودری، بر اثر تجمع ذرات ساینده در روغن ساییده شده و از بین رفته‌اند.

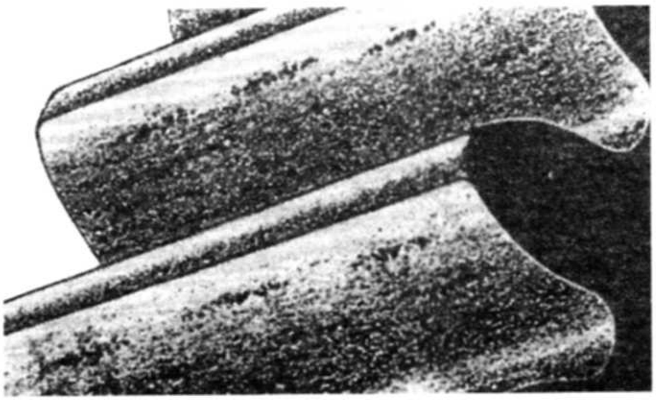
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۹.

در تصویر زیر، سایش حاصل از خوردگی نشان داده شده است. این سایش ناشی از وجود مواد آلاینده یا مواد افزودنی در روغن است.

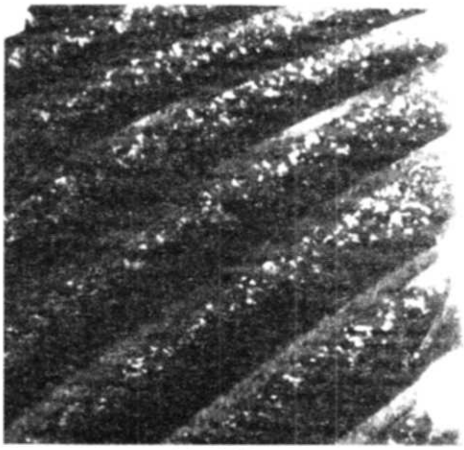
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۰.

سطح این چرخدنده بر اثر واکنش شیمیایی آسیب دیده است. این نوع سایش تا زمان خرابی چرخدنده ادامه خواهد یافت. سایش شیمیایی ناشی از آلودگی روغن، ترکیبات روغن یا وجود مواد افزودنی در آن است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۱.

حفره‌دار شدن، پوسته شدن و خرد شدن پوسته

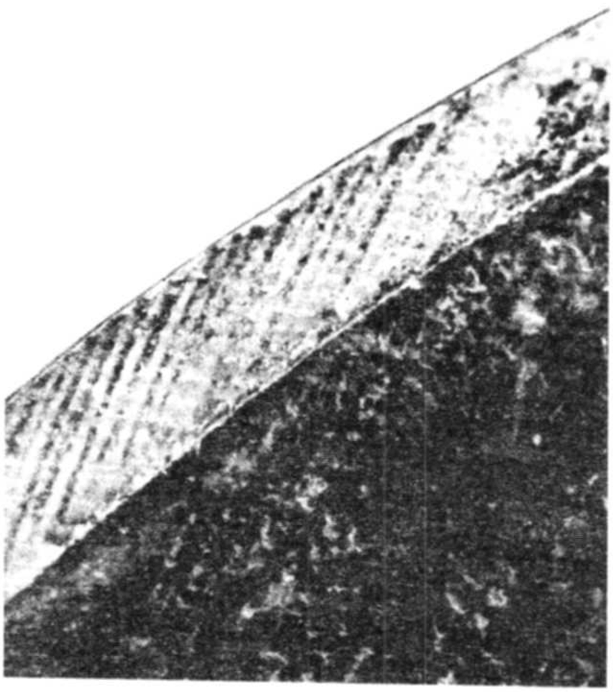
حفره‌دار شدن نوعی خرابی حاصل از خستگی است. ذرات کوچک چرخدنده از سطح دندانه‌ها جدا می‌شوند. تنش بالا بر روی سطوح درگیر چرخدنده‌ها موجب حفره‌دار شدن یا جدا شدن ذرات می‌شود. بارگذاری بیش از حد بر روی چرخدنده‌ها باعث ایجاد تنش می‌شود.

حفره‌دار شدن معمولاً در امتداد خط تماس آغاز می‌شود، یعنی جایی که فشار وارد بر دندانه‌های چرخدنده‌های درگیر به بیشترین حد خود می‌رسد. ترک‌خوردگی حاصل از خستگی اغلب از ناحیهٔ حفره‌دار آغاز می‌شود.

پوسته شدن، وضعیت حاد یا پیشرفتهٔ حفره‌دار شدن است. هنگامی که این وضعیت رخ می‌دهد، بخشی از چرخدنده ممکن است ترک بخورد.

خرد شدن پوسته عبارت است از خرد شدن سطح خارجی و سخت دندانهٔ چرخدنده. ترکهایی که در امتداد سطح رویی دندانه‌ها پیشروی می‌کند، نشان‌دهندهٔ خرد شدن پوسته است. خرد شدن پوسته مانند حفره‌دار شدن و پوسته شدن، معمولاً ناشی از وجود بار بیش از حد بر روی چرخدنده‌هاست.

حفره‌دار شدن «ترمیمی» در پینیون هیپوئیدی شامل حفره‌های بسیار کوچکی است که از مرحلهٔ اولیه فراتر نمی‌روند و اغلب ترمیم می‌شوند.

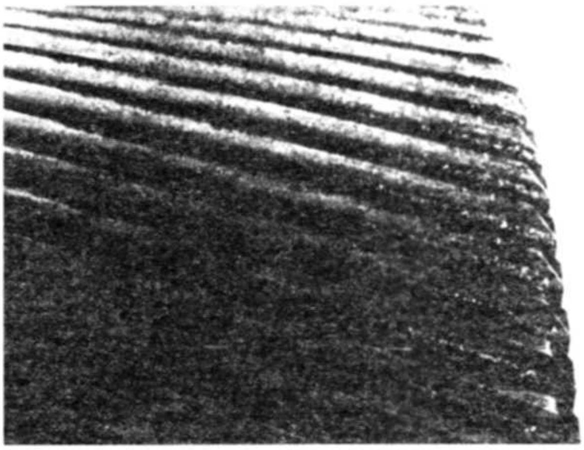


شکل ۱۲.

توصیه : مجدداً مورد استفاده قرار دهید.

حفره‌ها از انتهای خارجی مارپیچ (لبهٔ سمت راست چرخدنده در این شکل) آغاز شده است، که ناشی از ناهمراستایی جزئی است، و به طرف وسط دندانه‌ها امتداد می‌یابد. بالاخره، حفره‌ها متوقف شده و سطح شروع به براق شدن می‌کند، این امر نشان‌دهندهٔ این است که بار به صورت یکنواخت‌تری بر روی دندانه‌ها توزیع شده است. این نوع حفره‌دار شدن زیان‌بخش نیست.

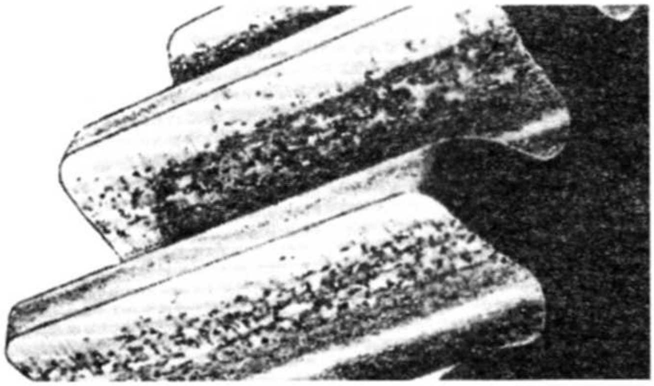
توصیه : مجدداً مورد استفاده قرار دهید.



شکل ۱۳.

برعکس، این نوع حفره‌دار شدن مخرب، احتمالاً ناشی از وجود بار بسیار زیاد است.

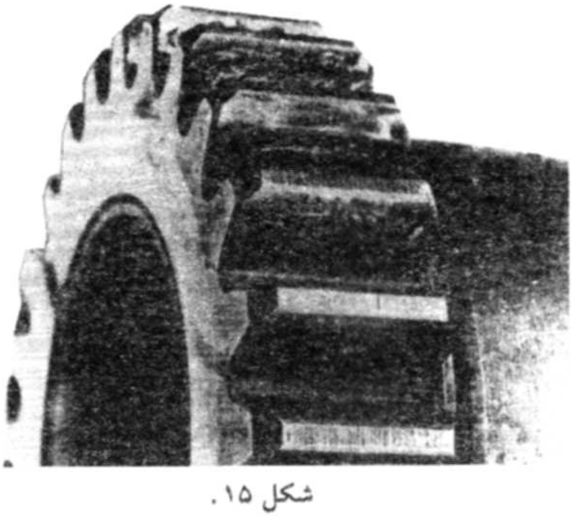
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۴.

در این چرخدندهٔ ساده، حفره‌ها سطح دندانه‌ها را خراب کرده‌اند.

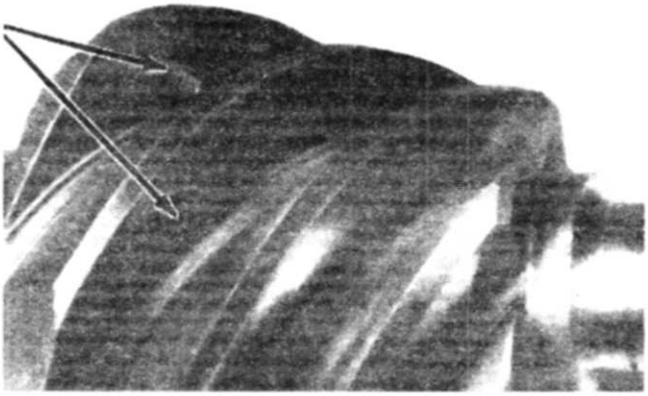
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۵.

حفره‌دار شدن در محل تماس خطوط کج رخ داده است. تماس شدید در محل حفره‌ها صورت گرفته، زیرا سطوح دندانه‌ها به نحو صحیح با یکدیگر درگیر نشده‌اند که احتمالاً ناشی از بارگذاری بیش از حد است.

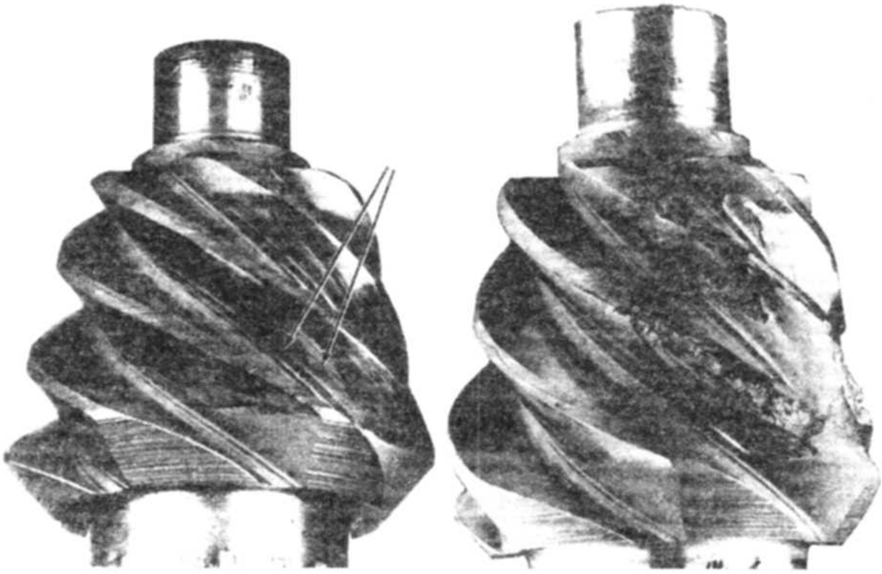
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۶.

در اولین مرحلهٔ پوسته شدن، ترک‌خوردگیها به صورت طولی در سطح تماس دندانه‌ها گسترش یافته‌اند که در تصویر سمت چپ نشان داده شده است. در تصویر سمت راست پوسته شدن چرخدنده را کاملاً نابود کرده و قسمتهای بزرگی را از بین برده است.

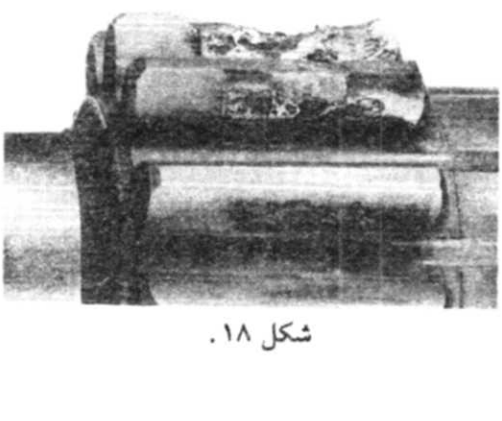
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۷.

در این پینیون دیفرانسیل، حفره‌دار شدن شدید، پوسته شدن و انهدام کامل دندانه در دندانه‌های متوالی مشاهده می‌شود.

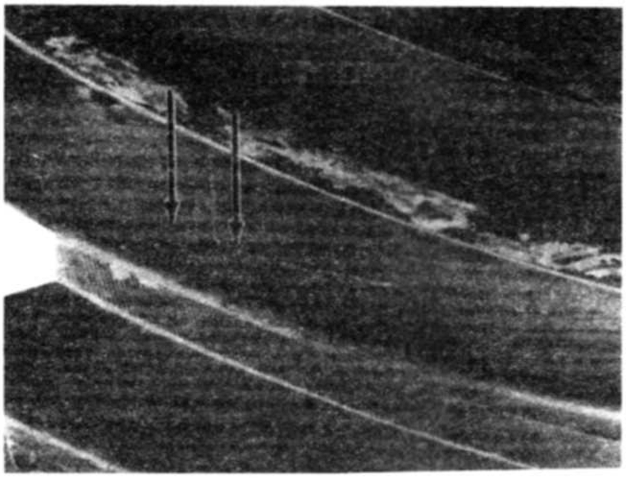
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۸.

پوسته (سطح سخت‌شده) خرد شده است که با ترک‌خوردگیهای طولی در سطح تماس این چرخدندهٔ مخروطی نشان داده شده است. ترک اصلی به صورت عمیق در ساختار پوسته ـ مغزه آغاز شده و به طرف سطح امتداد یافته است. تکه‌های بزرگ فلز از سطح جدا می‌شوند.

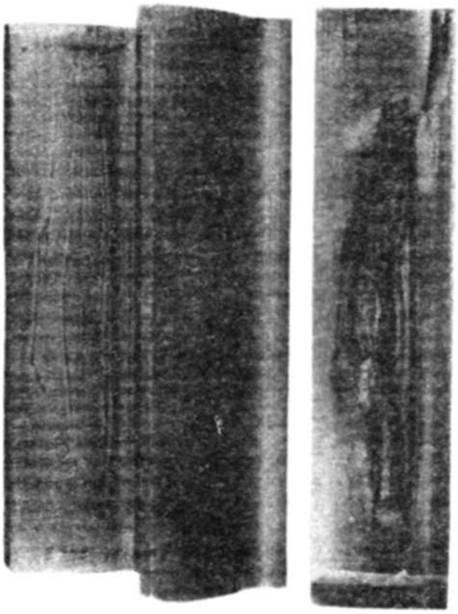
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۹.

وضعیت ظاهری اولیه هنگام خرد شدن پوسته در چرخدندهٔ سمانته شده (چرخدندهٔ سخت شده از طریق عملیات حرارتی سطحی و تبدیل آن به فولاد پرکربن و سپس آب دادن آن) در سمت چپ و مراحل نهایی در شکل سمت راست نشان داده شده است. احتمالاً چرخدنده بیش از حد بارگذاری شده است، اما ممکن است تحلیل فلزشناختی برای تعیین دلایل احتمالی خرابی ضروری باشد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۰.

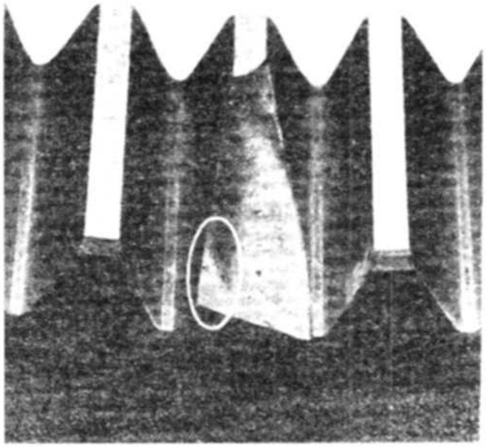
خستگی

خستگی معمولاً ناشی از بارگذاری مکرر و زیاد است که موجب شکستگی دندانهٔ چرخدنده در محل ریشهٔ دندانه یا نزدیک به آن می‌شود.

شکست قطعات بر اثر خستگی می‌تواند از یک ترک کوچک ناشی از بارگذاری بیش از حد آغاز شود و تحت شرایط کاری عادی تا زمان خرابی چرخدنده ادامه پیدا کند. سطح شکست معمولاً از دو بخش تشکیل می‌شود:

- منطقهٔ خستگی صاف و یکنواخت، با مراحل پیشروندهٔ رشد ترک‌خوردگی
- منطقهٔ شکست نهایی که غیریکنواخت است.

در شکل فوق نمونه‌ای از شکست دنده کرانویل بر اثر خستگی، دارای ویژگی منطقهٔ صاف و یکنواخت نشان داده شده است. این نوع خرابی احتمالاً از بارگذاری سنگین یا بارگذاری ناگهانی (تعویض دنده یا کلاچ گرفتن نادرست) ناشی شده است.



شکل ۲۱.

توصیه : تعویض کنید.

در تصویر مقابل خستگی در محل ریشهٔ سه دندانهٔ پینیون نشان داده شده است. در دندانهٔ دیگر سایش سطحی مشاهده می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۲.

این چرخدندهٔ هرزگرد اویل پمپ بر اثر خستگی آسیب دیده و دندانه‌های آن دچار سایش شدید شده است. شکستگی از ریشهٔ شیارها (محل اتصال پایهٔ دندانه‌ها) به طرف قطر داخلی چرخدنده امتداد یافته است.

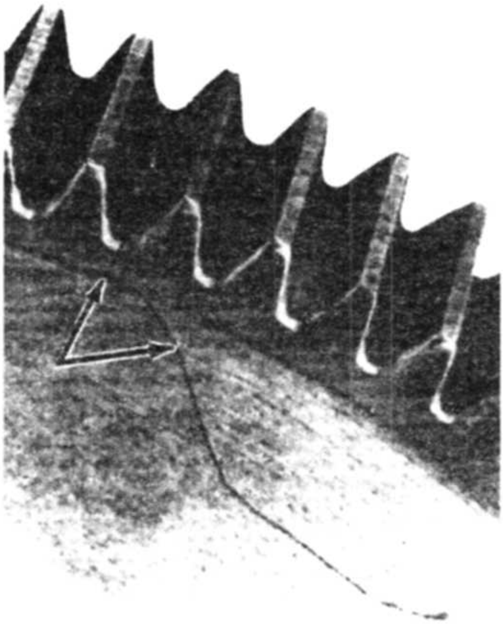


شکل ۲۳.

برای تعیین علت خرابی، چرخدنده باید در آزمایشگاه فلزشناسی آزمایش شود.

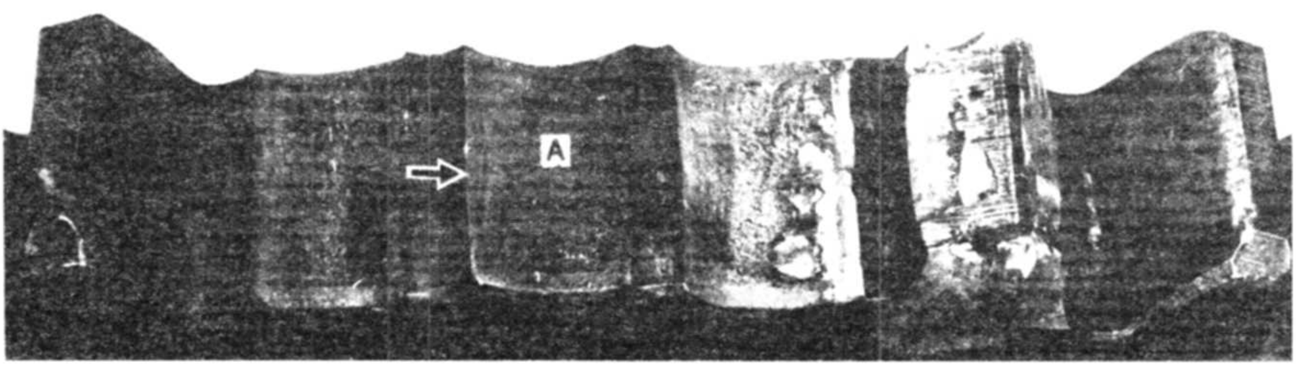
توصیه : تعویض کنید.

این ترک‌خوردگی ناشی از خستگی گُردهٔ ریشه به طرف داخل امتداد یافته است. برای تعیین دلایل احتمالی خرابی، چرخدنده باید در آزمایشگاه فلزشناسی بررسی شود.

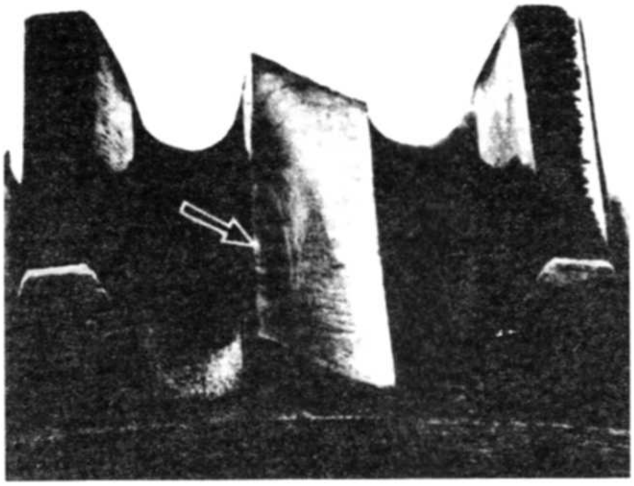


شکل ۲۴.

در شکل زیر شکستگیهای ناشی از بارگذاری سنگین و مکرر بر روی چندین دندانه از چرخدندهٔ ساده نشان داده شده است. دندانه‌ای که با حرف (A) مشخص شده ابتدا دچار شکستگی شده (منطقهٔ یکنواخت و صاف) که ناشی از ترک‌خوردگی حاصل از خستگی است.



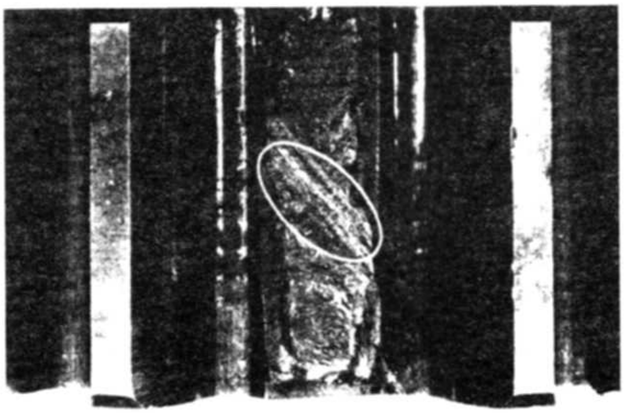
شکل ۲۵.



شکل ۲۶.

در این شکل، حالت دیگری از شکستگی ناشی از خستگی نشان داده شده است. علامت پیکان نشان می‌دهد که ترک‌خوردگی از سمت چپ لبهٔ شکستگی آغاز شده، یعنی محلی که حفرهٔ کوچک در نزدیکی پایین محل تماس در سمت وارد آمدن فشار بر روی دندانه، وجود دارد. ناحیهٔ پشت نقطهٔ شروع ترک‌خوردگی کاملاً ساییده شده است که نشان می‌دهد ترک‌خوردگی در ابتدا به کُندی پیشرفت کرده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۷.

خرابی این چرخدنده شامل شکستگی دندانه و وجود ترک در دندانه‌های مجاور است. از آنجایی که سطح شکستگی یکنواخت نیست، می‌توان به شکستگی فوری ناشی از خستگی پی برد. وجود یک نوار مشخص از ناخالصیهای موجود در چرخدنده که به مثابهٔ شکافهای تسریع‌کنندهٔ شکستگی عمل کرده است، نیز مشاهده می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

ترک‌خوردگی ناشی از خستگی در چرخدنده‌ای که پوستهٔ آن (سطح خارجی چرخدنده) سخت شده، از ریشهٔ دندانه‌ها آغاز و در هر دو طرف دندانه (علامت پیکان) تشکیل می‌شود و در وسط دندانه به هم می‌رسد. احتمالاً برای تعیین نوع خرابی، انجام آزمایش فلزشناسی لازم است.

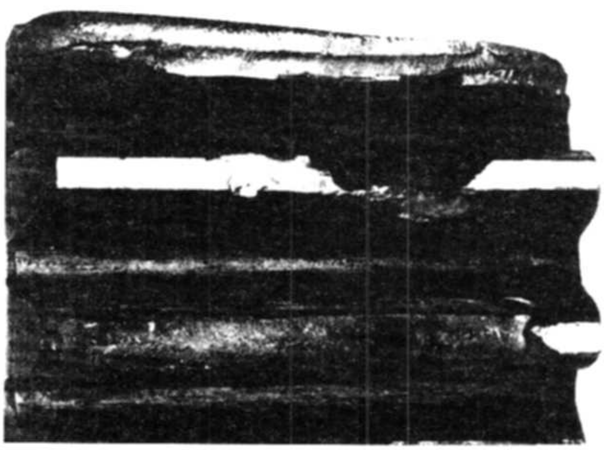
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۸.

در این چرخدندهٔ سیاره‌ای نوک بیشتر دندانه‌ها شکسته شده است. در ابتدا بارگذاری بیش از حد موجب وارد آمدن تنش و در نتیجه شروع ترک‌خوردگی در دندانه‌ها شده است. این ترک‌خوردگیها احتمالاً بر اثر خستگی تا سطح دندانه‌ها ادامه پیدا کرده است.

اگر این وضعیت در یک چرخدندهٔ نسبتاً نو رخ دهد، عملیات سختکاری پوسته ممکن است تا عمق زیادی ادامه یابد. برای تعیین علت این خرابی انجام آزمایش در آزمایشگاه فلزشناسی لازم است.



شکل ۲۹.

توصیه : تعویض کنید.

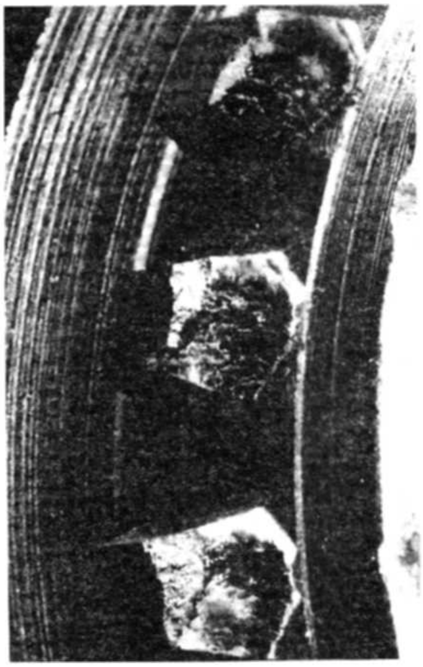
ضربه

خرابیهای ناشی از ضربه معمولاً براثر وارد آمدن بار سنگین هنگام سرویس نادرست رخ می‌دهد. این نوع خرابی معمولاً در محل ریشهٔ دندانه یا نزدیک به آن آغاز می‌شود و رویهٔ ترک‌خورده به رنگ خاکستری و دانه‌دانه است و هیچ نشانه‌ای از خرابی در حال پیشرفت مشاهده نمی‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

گـوشه‌های خـرد شـده و لب‌پریدهٔ دندانه‌ها در ایـن چـرخـدندهٔ سمانته شـده نشـان مـی‌دهد کـه آنـها قبل از ترک خوردگی مکرراً ضربه دیده اند. علت این نوع خرابی احتمالاً تعویض دندهٔ نادرست بوده است.

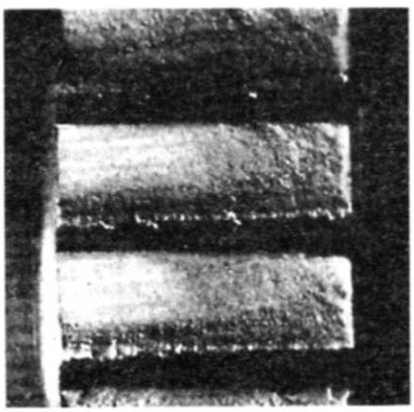
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۰.

شکستگی در این چرخدندهٔ سخت‌شدهٔ ساده ظاهری خاکستری و دانه دانه دارد که نمونه ای از خرابی ناشی از ضربه است. ایـن نـوع خـرابـی مـانند شکستگی نـاشی از خستگی دارای ظاهر یکنواخت و صاف نیست. این خرابی احتمالاً از تعویض دنده یا کلاچ گرفتن نادرست ناشی شده است.

توصیه : تعویض کنید.

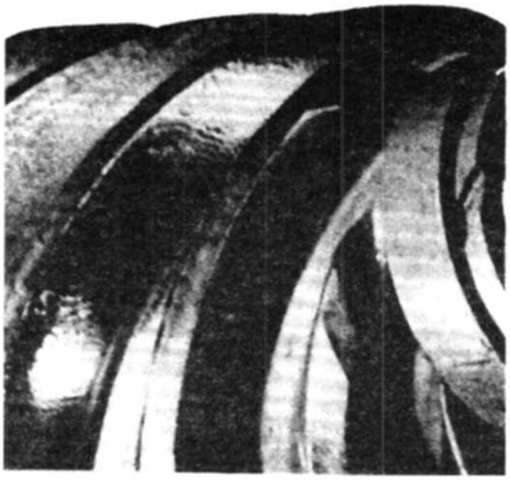


شکل ۳۱.

موج‌دار شدن، شیاردار شدن، و جریان سرد

موج‌دار شدن، شیاردار شدن، و جریان سرد (حرکت فلز تحت فشار بالا در دمای اتاق) نسبت به سایر خرابیهایی که قبلاً توضیح داده شد، کمتر اتفاق می‌افتد و در این نوع خرابی آسیب‌رسانی کمتر است.

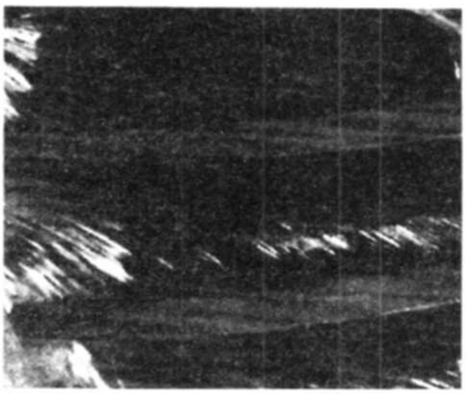
سطح این چرخدنده حالت موج‌دار را نشان می‌دهد که نمونه‌ای از موج‌دار شدن در یک پینیون هیپوئیدی سختکاری شده است. موج‌دار شدن معمولاً در چرخدنده‌هایی اتفاق می‌افتد که تحت بار زیاد قرار می‌گیرند.



شکل ۳۲.

توصیه : تعویض کنید.

در این چرخدندهٔ سخت شده وضعیت شیاردار شدن ناشی از بارگذاری بیش از حد مشاهده می‌شود.

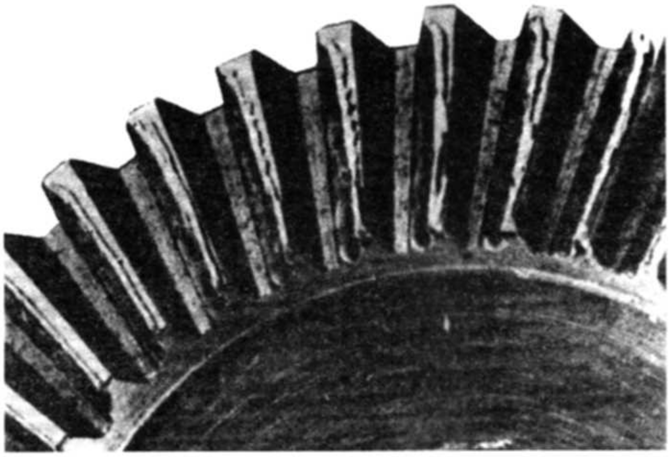


شکل ۳۳.

توصیه : تعویض کنید.

این شکل نشان‌دهندهٔ مرحلهٔ پیشرفتهٔ جریان سرد در یک چرخدنده با سختی متوسط است. این چرخدنده‌ها نسبت به چرخدنده‌های دارای پوستهٔ سخت‌شده، تمایل بیشتری به جریان سرد دارند. ماده بر روی لبه‌های فوقانی دندانه‌های چرخدنده لغزیده و منجر به تخریب مقطع طولی دندانهٔ چرخدنده شده است. علت این نوع حرکت فلز احتمالاً بارگذاری بیش از حد است.

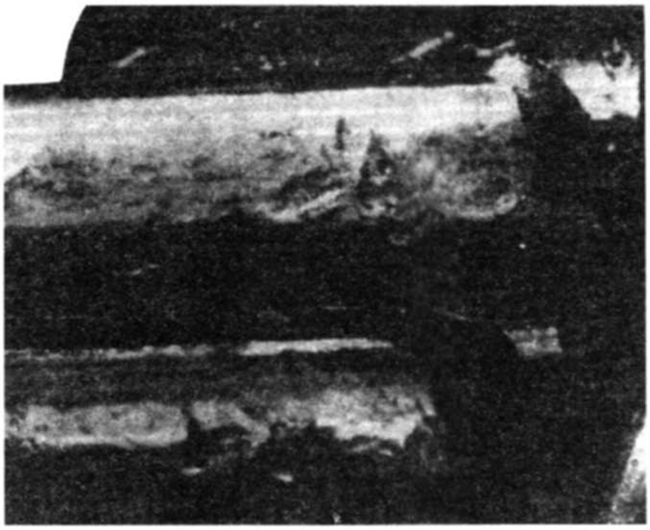
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۴.

این چرخدنده با سختی متوسط نشان‌دهندهٔ تغییر شکل سطحی ناشی از عملیات نوردکاری و چکش‌کاری است. این چرخدنده احتمالاً تحت بار زیاد قرار گرفته و پس از وقوع آسیب اولیه مدت زیادی به کار گرفته شده که منجر به تخریب سطح آن شده است.

توصیه : تعویض کنید.

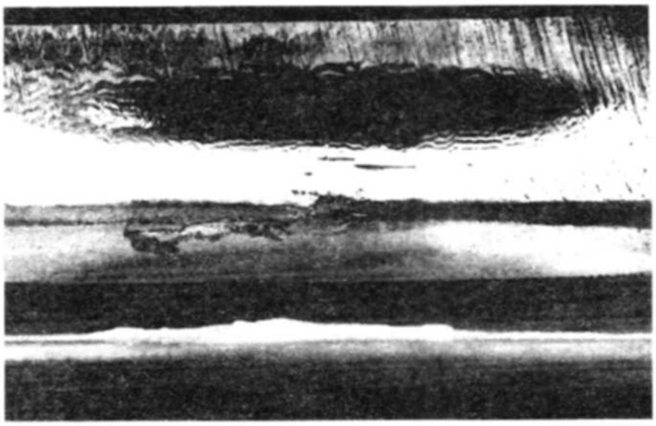


شکل ۳۵.

آثار مرکب

تنشهای شدید ناشی از تماس موجب جریان مومسان در سطح این چرخدنده و تولید چین‌خوردگی شده است. پوسته شدن (لب‌پریدگی مواد سطحی) در نزدیکی مرکز دندانه نیز رخ داده است. علت این نوع خرابی احتمالاً بارگذاری بیش از حد است.

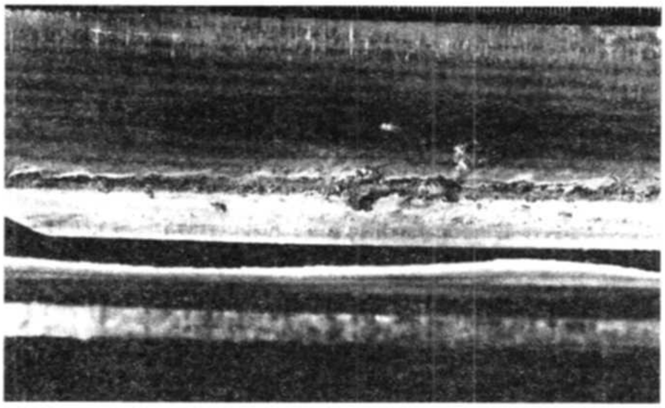
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۶.

این پینیون دیفرانسیل سمانته شده در نزدیکی خط گام حفره‌دار شده است. همچنین موج‌دار شدن واضح در امتداد خط گام و سایش جزئی حاصل از درگیری که در نزدیکی قسمت فوقانی مشاهده می‌شود، احتمالاً ناشی از بارگذاری بیش از حد چرخدنده است.

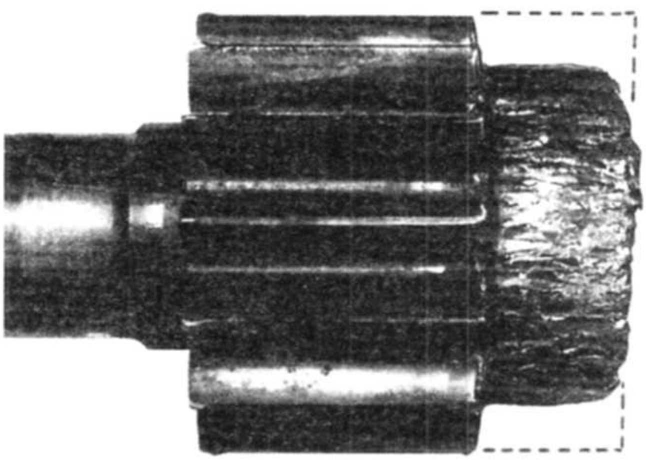
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۷.

در این پینیون تخریب کامل قسمت تماس دندانهٔ پینیون مشاهده می‌شود. این امر احتمالاً ناشی از بارگذاری سنگین یا روغنکاری نادرست است. دندانهٔ چرخدنده قبل از شروع خرابی تا قسمت انتهایی امتداد یافته است.

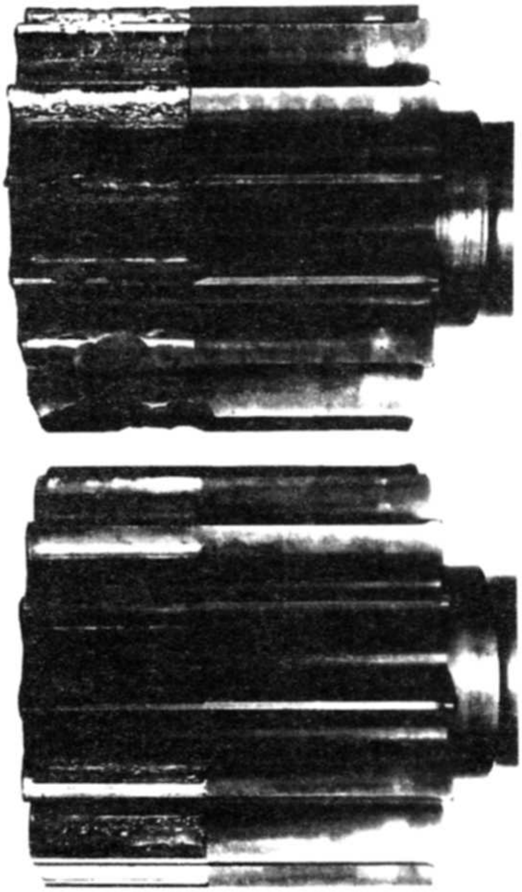
توصیه : تعویض کنید.



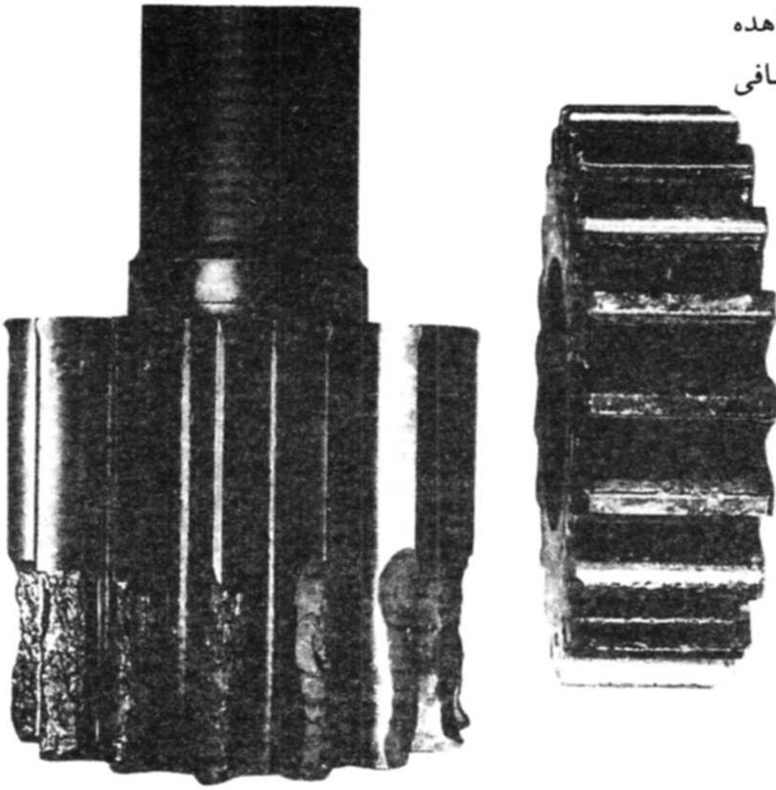
شکل ۳۸.

در این پینیونها حفره‌دار شدن پیشرفته و سایش حاصل از درگیری نشان داده شده است. علل این نوع خرابیها احتمالاً بارگذاری بیش از حد و روغنکاری نادرست یا ناکافی بوده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۹.



شکل ۴۰.

در این چرخدنده‌ها خرد شدن شدید و خستگی مشاهده می‌شود که احتمالاً ناشی از بارگذاری بیش از حد یا کافی نبودن روغنکاری است.

توصیه : تعویض کنید.

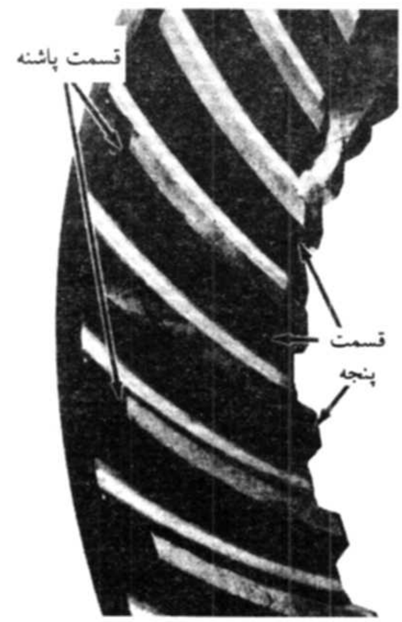
خرابیهای خاص

دندانه‌های دنده کرانویل

در این شکل نمونه‌ای از چرخدندهٔ مخروطی شکسته شده بر اثر تنظیم نادرست نشان داده شده است. این خرابی ناشی از بارگذاری بیش از حد در قسمت پاشنهٔ چرخدندهٔ مخروطی است.

لقی بیش از حد احتمالاً علت این نوع خرابی بوده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۱.

این شکستگی ناشی از بارگذاری بیش از حد بر روی قسمت پنجهٔ چرخدنده است، در حالی که علت خرابی کافی نبودن لقی است.

بارگذاری ضربه‌ای نیز می‌تواند علت بروز این شرایط باشد، حتی تا حد شکسته شدن کامل دندانه‌های دنده کرانویل.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۲.

کرانویل و پینیون دیفرانسیل

در این چرخدنده خراشیدگی در منطقهٔ دندانه دیده می‌شود. فلز نرم شده و در سرتاسر سطح رویی دندانه‌ها به حرکت درآمده است.

اصطکاک غیرعادی بین چرخدنده‌ها موجب تولید حرارت و نرم شدن فلز و آسیب دیدن دندانه‌ها در صورت کافی نبودن روغنکاری می‌شود.

یاتاقانهای ساییدهٔ پینیون موجب لقی پینیون و در نتیجه تماس نادرست دندانه بین پینیون و کرانویل می‌شود.

گشتاور پیچشی بیش از حد نیز می‌تواند موجب این نوع خرابی شود.

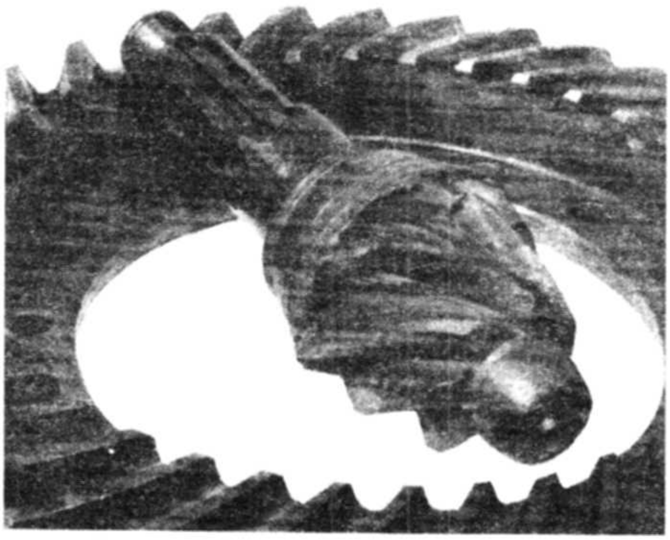
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۳.

دندانه‌های این کرانویل تغییر شکل و رنگ یافته‌اند. این نوع خرابی به علت ایجاد حرارت ناشی از روغنکاری نادرست، پایین بودن سطح روغن، یا عدم تعویض روغن به صورت مرتب است. در صورت بروز این شرایط، به دلیل اصطکاک بیش از حد، سطح فوق‌العاده داغ می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۴.

پینیونهای دیفرانسیل

بارگذاری بیش از حد در حین کارکرد منجر به تمرکز نواحی حفره‌دار در پاشنهٔ دندانه‌ها می‌شود. تحت بار زیاد، تغییر شکل، موجب می‌شود تا پینیون از جایگاه صحیح خود نسبت به کرانویل خارج شده، بار بر روی پاشنه‌های دندانه متمرکز شود.

منطقهٔ یکنواخت و صاف سطح رویی دندانهٔ شکسته شده، محل شروع ترک‌خوردگی است. منطقهٔ ناهموار نشان‌دهندهٔ محلی است که نتوانسته است در مقابل اعمال بار مقاومت کند.

کار تحت شرایط سخت، نامناسب بودن جنس، کافی نبودن شعاع ریشهٔ دندانه یا اتصال نامناسب شعاع و سطح دندانه می‌تواند موجب این نوع خرابی شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۵.



شکل ۴۶.

دنده پلوس و پینیون

ظاهر خاکستری و دانه‌دانهٔ این دندانهٔ شکسته شده، نشان‌دهندهٔ خرابی ناشی از ضربه است.

استفادهٔ نادرست از ماشین، نظیر کلاچ گرفتن بیش از حد، موجب ایجاد تنشی در چرخدنده‌ها می‌شود که از حداکثر استحکام آنها بیشتر است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۷.

چارشاخ دنده‌های هرزگرد دیفرانسیل و پینیون

این چارشاخهٔ دنده‌های هرزگرد و پینیونها بر اثر حرارت دچار تغییر رنگ شده‌اند. علائم تماس فلز با فلز، خراشیدگی و چسبیدگی مشاهده می‌شود.

این نوع آسیب ناشی از کافی نبودن روغنکاری، بکسواد کردن چرخ یا بارگذاری بیش از حد است. هر یک از این سه حالت موجب کاهش فیلم روغن بین سطوح درگیر خواهد شد. در صورت ادامهٔ کار بدون محافظت روغن، اصطکاک باعث داغ شدن، خراشیدگی و بالاخره چسبیدن سطوحی خواهد شد که با یکدیگر در تماس هستند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۸.

دندهٔ پلوس اکسل عقل

منطقهٔ کوچک و یکنواخت سطح شکست در واقع محل شروع ترک‌خوردگی است. منطقهٔ غیریکنواخت سطحی نتیجهٔ خرابی بعدی است.

استفادهٔ نادرست یا شل شدن یاتاقانهای چرخ موجب ناهمراستایی در شافت اکسل و محفظه می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



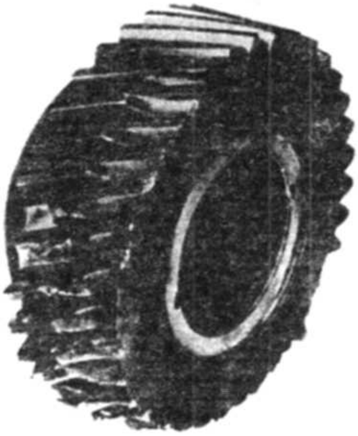
شکل ۴۹.

دندهٔ مارپیچی گیربکس

ظاهر خاکستری و دانه‌دانهٔ این شکستگی بدون علائم پیشرفت، از مشخصات خستگی است.

بهره‌برداری نادرست منجر به وارد شدن بارهای ضربه‌ای شدید می‌شود. این نوع خرابی معمولاً ناشی از افزایش دور موتور خودرویی است که زیر بار وامانده و ناگهان کلاچ آن درگیر شده است.

توصیه : تعویض کنید.

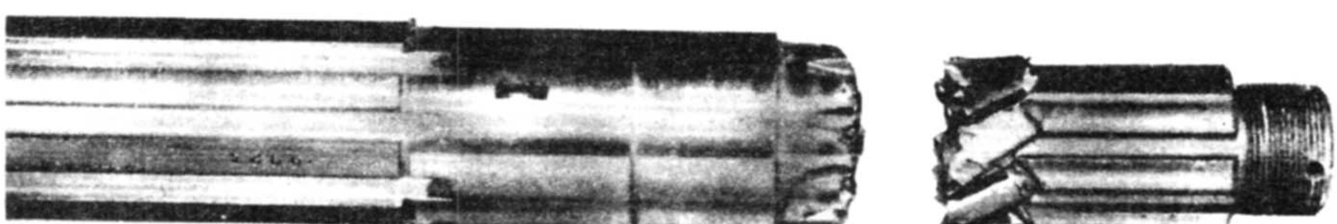


شکل ۵۰.

محور هزارخاری گیربکس

حرکت خودرویی که زیر بار است به طرف پایین، در حالی که کلاچ آزاد و گیربکس در دنده است، منجر به این نوع خرابی ناشی از خستگی می‌شود که ظاهری خاکستری و دانه‌دانه دارد. هنگامی که کلاچ درگیر می‌شود، کاهش سرعت ناگهانی موجب وارد شدن ضربهٔ ناشی از بار و آسیب دیدن اجزای مختلف خط انتقال نیرو، و در این مورد، محور هزارخاری می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

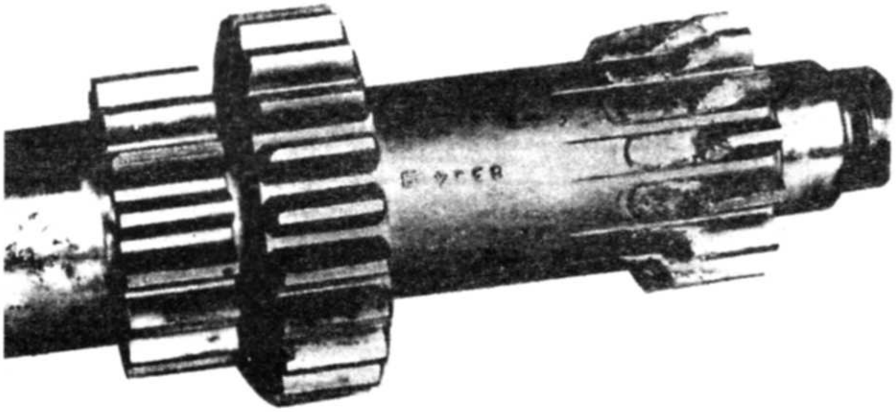


شکل ۵۱.

میل هرزگرد گیربکس

این دندانه‌های درگیرشونده که لب پریده و ترک‌خورده‌اند، نشان‌دهندهٔ بی‌دقتی در تعویض دنده و ناهم‌گام بودن دور دو چرخدنده است. از درگیری صحیح و هم‌گامی چرخدنده‌ها اطمینان حاصل کنید.

توصیه : تعویض کنید.

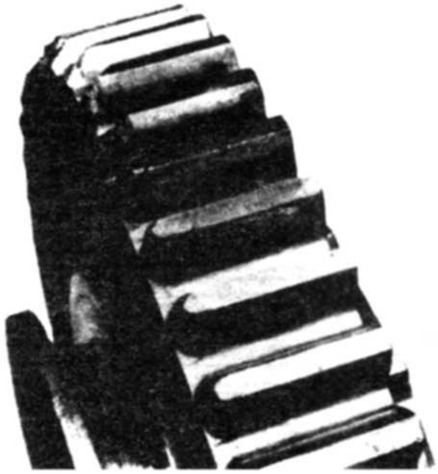


شکل ۵۲.

دنده دو شافت اصلی گیربکس

این دندانه‌های چرخدنده لب‌پریده و از سر درگیرشوندهٔ دندانه‌ها شکسته و جدا شده‌اند که نشان‌دهندهٔ درگیری نسبی و ناقص کلاچ است. در نتیجه، میل هرزگرد به نحوی می‌چرخد که با درگیری چرخدنده تداخل پیدا می‌کند.

توصیه : تعویض کنید.

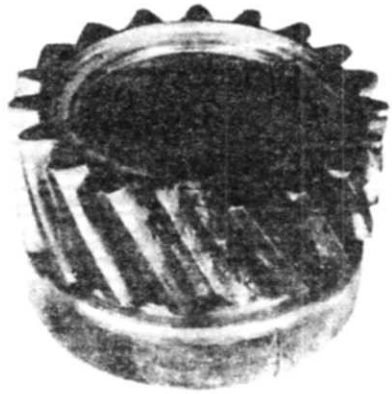


شکل ۵۳.

دندهٔ بیش‌گردون شافت اصلی گیربکس

فشار آوردن به موتور، با سرعت کم و حداکثر گشتاور، موجب وارد آمدن فشار زیاد به این چرخدنده‌ها و یاتاقانهای تحت بار شده و در نتیجه دندانه‌های چرخدنده شکسته و ظاهری خاکستری و دانه‌دانه پیدا کرده‌اند، شافت خروجی شکسته و یاتاقانها پوسته‌پوسته شده‌اند.

دندهٔ بیش‌گردون شافت اصلی را تعویض و از فشار آوردن به موتور خودداری کنید.

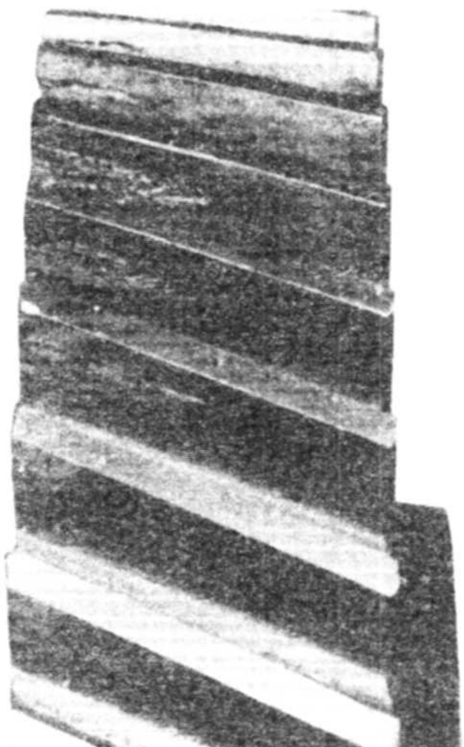


شکل ۵۴.

توصیه : تعویض کنید.

چرخدندهٔ میل هرزگرد گیربکس

شکستگی سطوح دندانه متمرکز مناطق پوسته‌پوسته شده و حفره‌دار در لبه‌ها ناشی از بارگذاری بیش از حد بر خط انتقال نیرو در هنگام کار سنگین است. این عیب یا تغییر شکل محفظه همراه است و باعث تمرکز تماس در لبهٔ دندانه‌ها می‌شود.



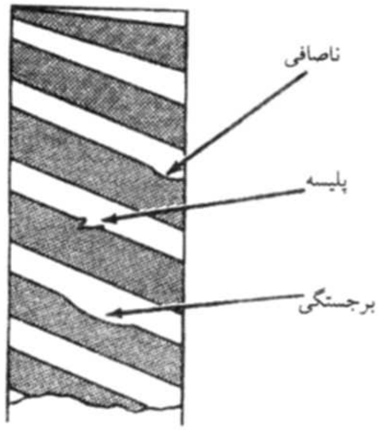
شکل ۵۵.

توصیه : تعویض کنید.

ناصافی، پلیسه و برجستگی روی دندانه‌های چرخدندهٔ گیربکس

بی‌دقتی در استفاده از چرخدنده‌های پرداخت‌شده موجب ایجاد ناصافی، پلیسه و برجستگی بر روی دندانه‌ها می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵۶.

وضعیت ظاهری خرابی

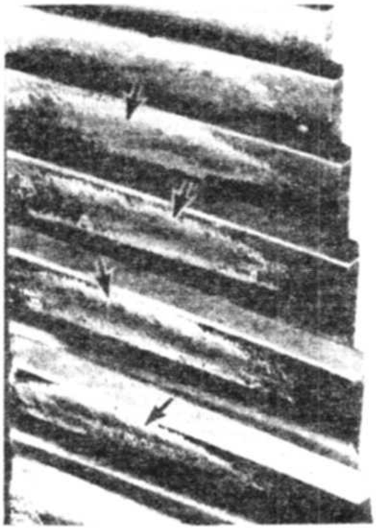
تماس ضعیف دندانه‌ها مطابق با الگوی عادی، از طریق تمرکز سطوح صیقلی در هر دو سر دندانه نشان داده شده است. این امر منجر به زوزه کشیدن گیربکس با صدای زیر می‌شود و در سرعتهای بالای شافت گیربکس می‌شود.

تغییر شکل زیاد محفظهٔ چرخدنده ناهمراستایی چرخدنده احتمالاً موجب این سایش شده است. این نوع سایش معمولاً منجر به خرابی نمی‌شود.

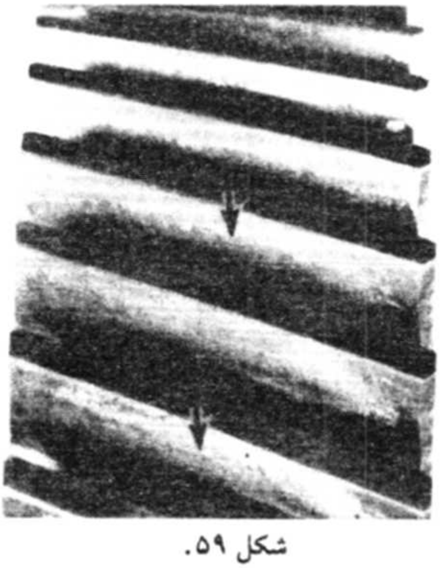
توصیه : تماس دندانه‌ها و همراستایی آنها را بازدید کنید. مجدداً مورد استفاده قرار دهید.



شکل ۵۷.



شکل ۵۸.



شکل ۵۹.

خودآزمایی

پرسش

۱. سه نوع سایش چرخدنده را نام ببرید.

۲. علل حفره‌دار شدن، پوسته شدن و خرد شدن پوسته در دندانه‌های چرخدنده چیست؟

۳. کدام نوع خرابی چرخدنده ناشی از بارگذاری بیش از حد و مکرر است که موجب شکستگی دندانه در نقطهٔ ریشهٔ دندانه یا در نزدیکی آن می‌شود.

۴. کدام نوع خرابی چرخدنده با ترک‌خوردگی خاکستری رنگ و دانه‌دانه در محل ریشهٔ دندانه یا در نزدیکی آن مشخص می‌شود.

۵. علل موج‌دار شدن، شیاردار شدن، و جریان سرد در سطوح چرخدنده را بیان کنید.

۶. (درست یا نادرست) لقی نامناسب علت اصلی خرابیهای دنده کرانویل است.

۷. تغییر رنگ و تغییر شکل دندانهٔ دندهٔ کرانویل نشان‌دهندهٔ چیست؟

۸. (درست یا نادرست) خرابی چرخدنده به ندرت ناشی از عملکرد نادرست راننده است.

۶

شافتها، اکسلها، محورها و چهارشاخ گاردانها



مقدمه

این بخش در مورد شافتها، اکسلها، و محورها به دو قسمت کلی تقسیم می‌شود:

- **انواع عمومی خرابیها**
- **خرابیهای خاص**

انواع عمومی خرابیها

انواع عمومی خرابیها شامل خرابیهای متداول در تمام شافتها، اکسلها و محورها، بدون در نظر گرفتن کاربرد و شرایط نصب آنهاست. ابتدا خروجیهای ذیل توضیح داده می‌شوند:

- **خرابیهای ناشی از بارگذاری بیش از حد**
- **خرابیهای ناشی از خستگی خمشی**
- **خرابیهای ناشی از خستگی پیچشی**
- **خرابیهای ناشی از خستگی مرکب**
- **خرابیهای ناشی از ضربه**

سپس علل خاص هر خرابی به شرح زیر توضیح داده می‌شود:

- **کارکرد شدید**
- **تمرکز تنش**
- **کچلی و خراشیدگی**
- **کاربرد نادرست**
- **خرابی سایر قطعات**

خرابی ناشی از بارگذاری بیش از حد

بارهای سنگین استاتیکی تمایل به ایجاد خرابی مشابه شکل زیر دارند. اگرچه شافت شکسته نشده، اما تابیده و از حالت مستقیم خارج شده است. بار استاتیکی وزنی است که شافت در حالت ثابت بودن باید تحمل کند. در این صورت، احتمالاً بارگذاری بیش از حد موجب این نوع خرابی می‌شود.



شکل ۱.

توصیه : تعویض کنید.

شکستگی ناشی از خستگی

شکستگی ناشی از خستگی که نسبت به شکستگی حاصل از بارهای استاتیکی یا ضربه، متداولتر است در شکل زیر نشان داده شده است.

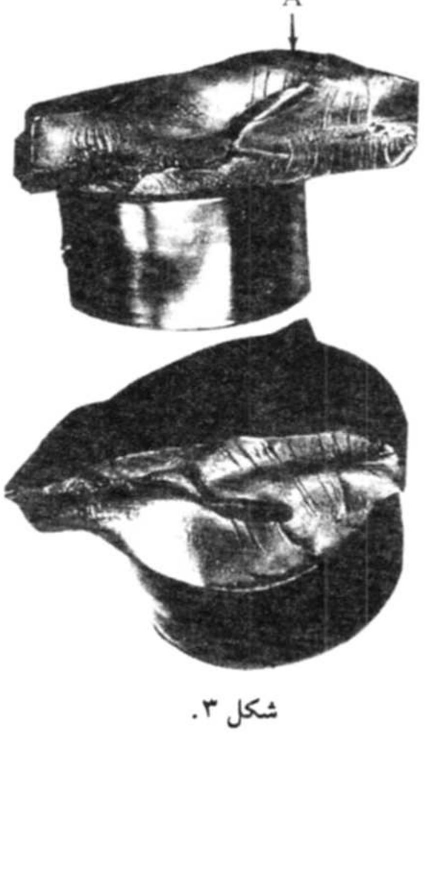
اولین مرحلهٔ خستگی، مدتی طول می‌کشد. در نتیجه قسمت پیش‌روندهٔ شکستگی (A)، بر اثر اصطکاک مداوم بین دو سطح ترک، یکنواخت و هموار می‌شود. اما قسمتی که فوراً دچار خرابی می‌شود، سطحی ناهموار دارد.



شکل ۲.

توصیه : تعویض کنید.

گونه‌های مختلفی از این الگوی پایه وجود دارد. این نوع خرابی ناشی از پیشرفت ترک خستگی است که از نقطهٔ (A) آغاز شده است. قبل از اینکه باقیماندهٔ قسمت فلزی دچار شکستگی ناشی از بارگذاری بیش از حد شود، ترک در بیشتر قسمتها پیشرفت کرده است. علت احتمالی خرابی بارگذاری مکرر است.



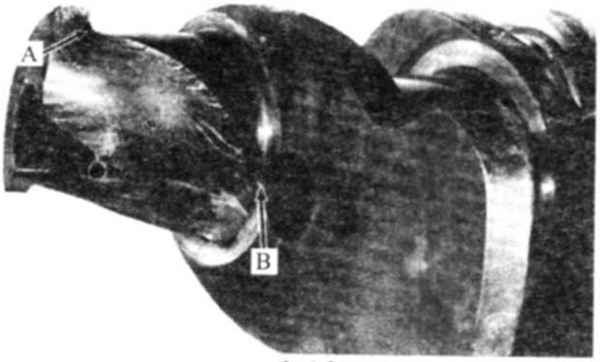
شکل ۳.

توصیه : تعویض کنید.

خستگی پیچشی

این نوع خرابی ناشی از بار پیچشی است. بارهای پیچشی، خرابی مارپیچی را ایجاد می‌کند. به خط منحنی از نقطهٔ A تا B توجه کنید.

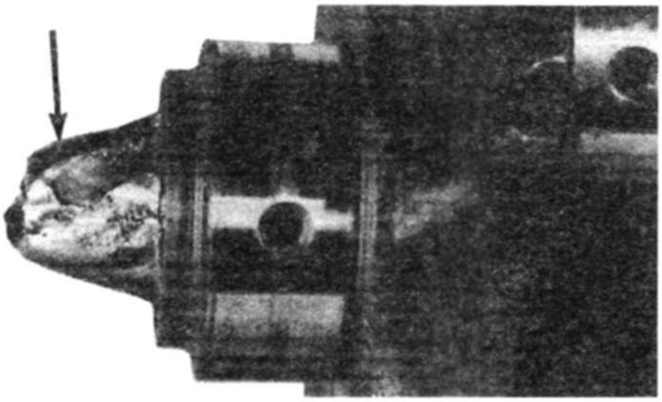
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴.

گاهی علائم خستگی به دلیل از شکل‌افتادگی شدید در هنگام شکست نهایی، قابل مشاهده نیستند. خرابی این میل‌لنگ ناشی از خستگی است.

توصیه : تعویض کنید.

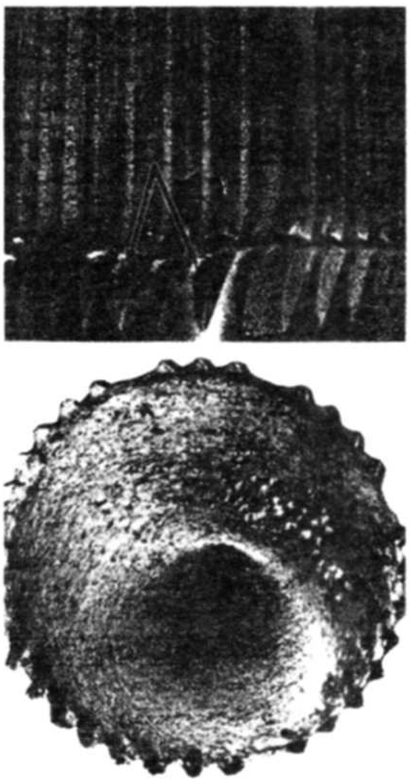


شکل ۵.

کارکرد شدید

اگر شکستگی ناشی از خستگی نبود، این هزارخارها در محل شکستگی (علامت پیکان) دچار تغییر شکل نمی‌شدند. پیچش و تابیدگی، هنگام کار زیر بار موجب خرابی و شکستگی می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

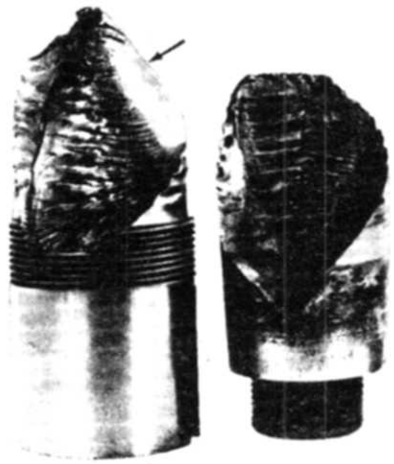


شکل ۶.

کچلی و خراشیدگی

این خرابی در منطقهٔ علامت خورده، آغاز شده و ناشی از اصطکاک جزئی بین شافت و قطعهٔ دیگری از ماشین است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۷.

شکست ناشی از خستگی مرکب

ترکیب بارهای خمشی و پیچشی موجب خرابی این اکسل تراکتور شده است. سطح خارجی این اکسل سخت شده بود. ترک‌خوردگی در بالای سطح سخت شده (A) آغاز شده منطقهٔ ناهموار در وسط (B) نشان‌دهندهٔ منطقه‌ای است که در لحظهٔ شکست نهایی اکسل، فوراً شکسته است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۸.

خرابی ناشی از ضربه

سطح خرابی ناشی از بارگذاری ضربه معمولاً به رنگ خاکستری، رشته‌دار و دانه‌دانه، و برخلاف خرابی ناشی از خستگی، بدون علائم پیشرفت خرابی است. این اکسل احتمالاً با یک ضربهٔ آسیب‌دیده یا بارگذاری بیش از حد بر روی آن باعث شکستگی فوری شده است.

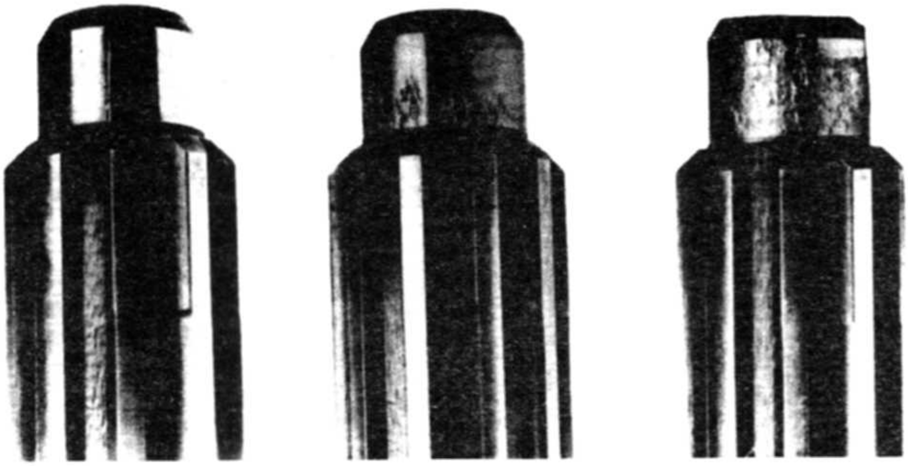
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۹.

این شافت گیربکس نشان‌دهندهٔ مراحل پیشرفت خراشیدگی است. خراشیدگی در این شافت ناشی از ایجاد حرارت بین قطعات فلزی است که با یکدیگر اصطکاک دارند.

توصیه : تعویض کنید.

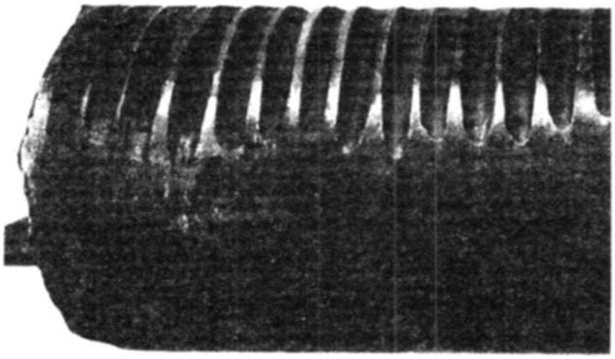


شکل ۱۰.

کاربرد نادرست

تعدادی دندانه با شکل و فاصلهٔ نامنظم، علاوه بر دندانه‌های ماشین‌کاری شدهٔ موجود ایجاد شده است. این کار یقیناً در محل استفاده از این دندهٔ شانه‌ای انجام شده است.

توصیه : تعویض کنید.

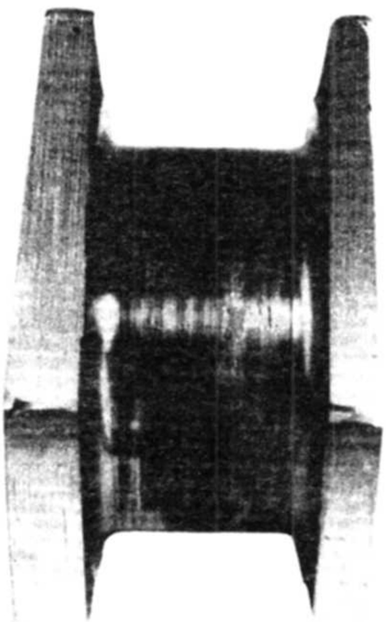


شکل ۱۱.

خرابیهای خاص

خرابیهای خاص به کاربردهای خاص مربوط می‌شود. قطعات خاص زیر را توضیح می‌دهیم:

- **میل‌لنگها**
- **شانتهای اویل پمپ**
- **شانتهای گیربکس**
- **محورها**
- **چهارشاخ گاردان**



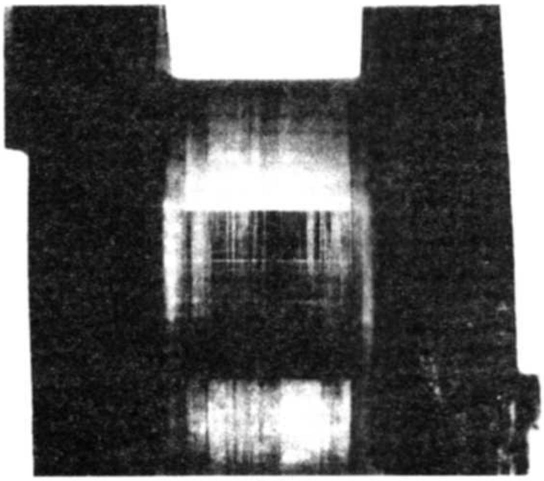
شکل ۱۲.

میل‌لنگها

این خرابی از کافی نبودن روغنکاری ناشی می‌شود. میل‌لنگ باز شده از روی موتور ظاهراً ترک خورده است. سطح سرمحور خراشیده شده و علائم سایش و قرار گرفتن در معرض دمای سایشی بالا را ـ که هنگام کار ایجاد شده ـ نشان می‌دهد. مقدار زیادی از فلز یاتاقان آلومینیمی به سطح بوش شاتون جوش خورده است.

توصیه : تعویض کنید.

این یاتاقان ثابت بوشی میل‌لنگ موتور دیزل به دلیل وجود ذرات آشغال آلوده‌کنندهٔ روغن دچار خراشیدگی شدید شده است.


شکل ۱۳.

توصیه : تعویض کنید.

شافتهای اویل پمپ

این شافت محرک اویل پمپ در نتیجهٔ بارگذاری بیش از حد به وسیلهٔ تسمه‌های بیش از اندازه سفت شکسته است.


شکل ۱۴.

توصیه : تعویض کنید.

این شافت چرخدندهٔ محرک اویل پمپ است که نشان‌دهندهٔ ساییدگی کچلی منجر به خوردگی است. استفادهٔ بیشتر از این شافت می‌تواند منجر به شکستگی ناشی از خستگی شود. کچلی ناشی از حرکت رفت و برگشتی جزئی بین قطعات فلزی است که در تماس نزدیک با یکدیگر قرار دارند.

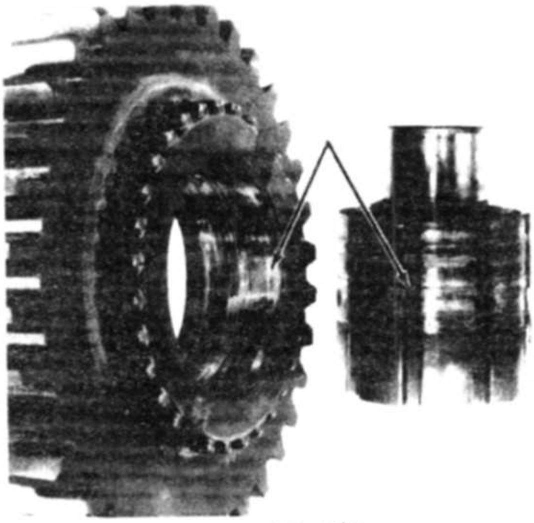
توصیه : تعویض کنید.


شکل ۱۵.

شافتهای گیربکس

این چرخدنده و شافت نشان‌دهندهٔ اصطکاک لغزشی و داغ شدن بیش از حد (تغییر رنگ شافت در پشت سطح بر هم ساییده) است. کافی نبودن روغنکاری موجب این خرابی شده است.

توصیه : تعویض کنید.

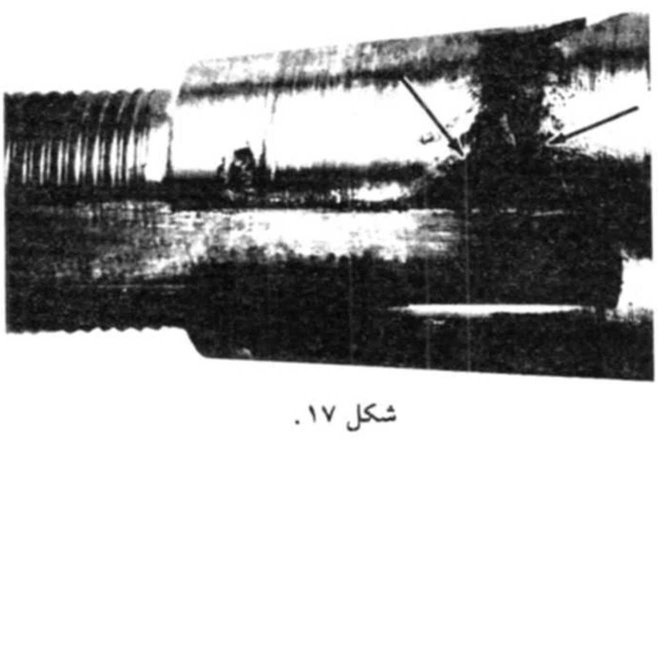


شکل ۱۶.

محورها

در هر دو طرف این محور شکسته ساییدگی وسیعی دیده می شود.

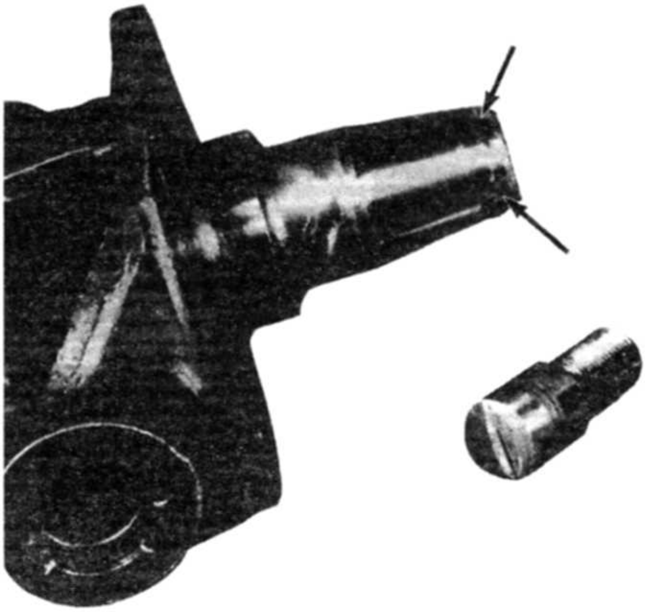
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۷.

این میلهٔ سگدست فرمان بر اثر تحرک خوردگی ناشی از خستگی در سمت مقابل محور (با علامت مشخص شده) شکسته است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۸ .

چهارشاخ‌گاردان

چهارشاخ‌گاردان، اتصالی با دو لولاست که گشتاور را با زوایای نسبی همواره در حال تغییر منتقل می‌کند. بارهای سنگین، فقدان روغنکاری و وجود مواد ساینده علت بیشتر خرابیهایی است که در چهارشاخ‌گاردان بروز می‌کند. برخی از علائم قابل تشخیص خرابی چهارشاخ‌گاردان عبارت‌اند از:

- **ارتعاشات**
- **شل شدن چهارشاخ‌گاردان**
- **تغییر رنگ چهارشاخ‌گاردان بر اثر ایجاد حرارت زیاد**

قسمت اعظم خرابیهای چهارشاخ گاردان به انقطاع فیلم روغن مربوط می‌شود که ناشی از عوامل زیر است:

- **فقدان روغن**
- **کیفیت نامناسب روغن**
- **کافی نبودن روغنکاری اولیه**
- **عدم روغنکاری صحیح، به دفعات لازم**

خرابیهایی که از انقطاع فیلم روغن ناشی نمی‌شوند، از عوامل زیر ناشی می‌شوند:

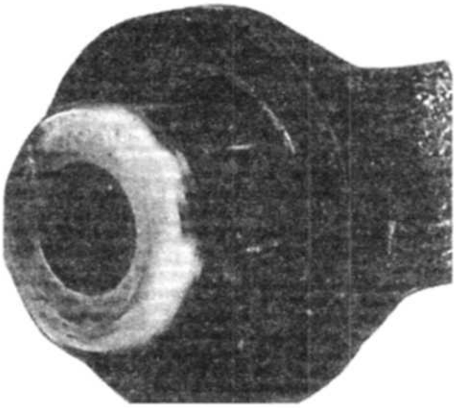
- **نصب**
- **زوایای بیشتر از حد چهارشاخ گاردان**
- **بالا بودن سرعت**
- **بارگذاری بیش از حد**

برخی از خرابیهای متداول چهارشاخ گاردان در صفحات بعدی توضیح داده شده‌اند.

فقدان روغنکاری

این چهارشاخ گاردان به دلیل فقدان روغنکاری، خراب شده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۹.

برهم‌سایی

خرابی این سطح ناشی از برهم‌سایی یا مالش است. این اتفاق زمانی می‌افتد که سطوح بر اثر تماس با یکدیگر داغ شده و به یکدیگر می‌چسبند. سپس ذرات ریز از سطح جدا شده و به سطح دیگری می‌چسبند.

برهم‌سایی از کافی نبودن روغنکاری، کم بودن خلاصی و کارکرد با زوایای تند و سرعت بالا ناشی می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

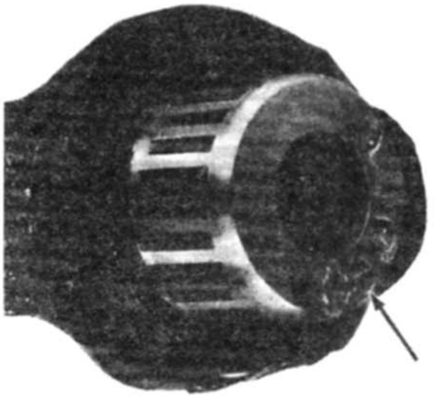


شکل ۲۰.

سخت شدن

سخت شدن سطح این چهارشاخ گاردان ناشی از این است که قطعه‌ای فلزی به منطقهٔ آسیب‌دیده چسبیده است. در این مثال، قطعات محکم به یکدیگر چسبیده‌اند.

توصیه : تعویض کنید.



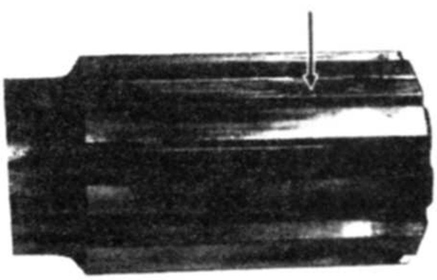
شکل ۲۱.

برهم‌سایی هزارخاری کشویی

هزارخارهای کشویی به روغنکاری اولیهٔ یکنواخت و کامل در اطراف و در امتداد طول هزارخار نیاز دارند.

اگر سطوح هزارخار درست روغنکاری نشوند، خشک حرکت می‌کنند. این امر باعث تمرکز اصطکاک خواهد شد (آسیب سطح قطعاتی که با هم تماس دارند و بر اثر اصطکاک و داغ شدن یا نسوختن به هم جوش خورده‌اند که منجر به خرابی زودرس خواهد شد).

توصیه : تعویض کنید.

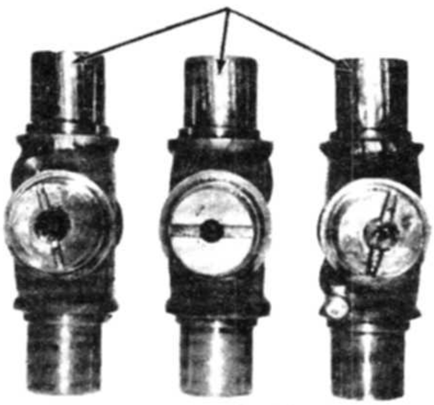


شکل ۲۲.

خستگی

سه مرحله از خستگی سرمحور در شکل زیر نشان داده شده است ـ از مراحل اولیه (سمت چپ) تا پوسته شدن شدید (سمت راست).

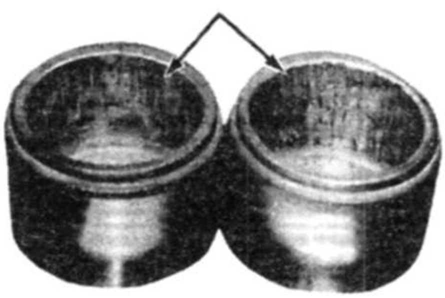
خرابیهای ناشی از خستگی به دلیل سنگین بودن بیش از حد بار برای چهارشاخی به اندازهٔ خاص و نیز عملکرد تحت زاویهٔ بسیار زیاد بروز می‌کنند. کافی نبودن روغنکاری نیز به خرابی زودرس ناشی از خستگی کمک می‌کند.



شکل ۲۳.

توصیه : تعویض کنید.

در شکل مقابل نیز خرابی ناشی از خستگی در سطح داخلی کاسهٔ بلبرینگ چهارشاخ گاردان نشان داده شده است.



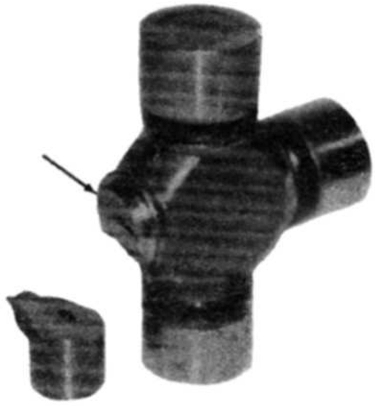
شکل ۲۴.

توصیه : تعویض کنید.

شکستگی سرمحور

شکستگی سرمحور معمولاً در پایهٔ مفصل افقی یعنی در محلی که بیشترین تنش خمشی در آن ایجاد می‌شود، اتفاق می‌افتد.

گشتاور زیاد در یک چهارشاخ گاردان با اندازهٔ خاص و وارد آمدن ضربهٔ شدید به این نوع خرابی منجر می‌شود. قفل شدن ناگهانی میل‌گاردان (که هنگام خرابی برخی از تجهیزات بروز می‌کند) موجب وارد آمدن بار زیاد به چهارشاخ گاردان می‌شود. بالا بودن زوایای کاری که موجب ارتعاش می‌شود، و نوسانات زیاد گشتاور نیز منجر به شکستگی سرمحور می‌شود.



شکل ۲۵.

توصیه : تعویض کنید.

خودآزمایی

پرسش

۱. بار استاتیکی شافت چیست؟

۲. (درست یا نادرست) سطح شکست ناشی از خستگی، هنگامی که سطوح ترک اولیه با یکدیگر اصطکاک پیدا می‌کنند، سطحی یکنواخت و صاف است و در نقطهٔ جدایش نهایی سطحی ناهموار است.

۳. علت احتمالی شکستگی ناشی از خستگی چیست؟

۴. (درست یا نادرست) در سطح شکست ناشی از ضربه، برخلاف سطح شکست ناشی از خستگی، خرابی پیش‌رونده مشاهده نمی‌شود.

۵. علت متداول خرابی میل‌لنگ چیست؟

۶. علل اغلب خرابیهای چهارشاخ گاردان کدام‌اند؟

۷

گیربکسهای هیدروستاتیک



مقدمه

این فصل به بررسی خرابیهای اجزاء زیر در گیربکسهای هیدروستاتیک می‌پردازد:

- صفحات کفگرد یا صفحه‌لنگهای ثابت
- مجموعهٔ پیستون / کشویی
- نگهدارندهٔ کشویی
- ساچمه‌روها
- بدنهٔ موتور
- صفحه‌های یاتاقان
- صفحه‌های یاتاقان بی‌متال
- صفحه‌سوپاپ
- کاسه‌نمد شافت
- مجموعهٔ پمپ شارژ
- شیر کنترل جابه‌جایی
- بوش کمکی و پیستون
- شافتها

بیشتر خرابیهای مطرح‌شده در این بخش مربوط به سیستمهای هیدروستاتیک مقاوم است. ظاهر خرابیها در سیستمهای مخصوص عملیات سبک، مشابه خرابیهای سیستمهای مقاوم است. برای آگاهی از خرابیهای خاص سیستمهای هیدروستاتیک مخصوص عملیات سبک به آخرین بخش این فصل رجوع کنید.

سیستمهای هیدروستاتیک سنگین کار

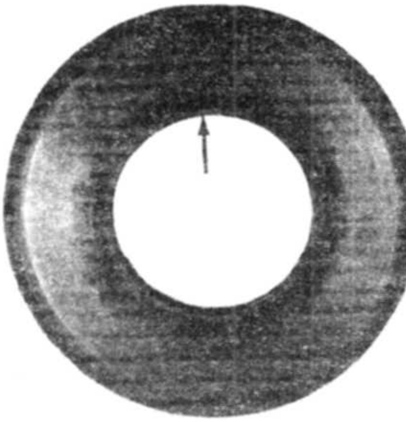
نکتهٔ مهم: سیستمهای هیدروستاتیک به مقدار و نوع مناسب روغن نیاز دارند. این سیستمها بسیار حساس‌اند و در صورت روغنکاری نادرست، قطعات آنها دچار خرابی خواهند شد.

صفحات کفگرد یا صفحه‌لنگهای ثابت

برهم‌سایی

این وضعیت اغلب از فقدان روغنکاری، کافی نبودن روغن یا استفاده از روغن نامناسب ناشی می‌شود. ذرات برنزی که در صفحات کفگرد فرورفته‌اند (انتقال) نشان‌دهندهٔ برهم‌سایی یا مالش‌اند.

توصیه : تعویض کنید.



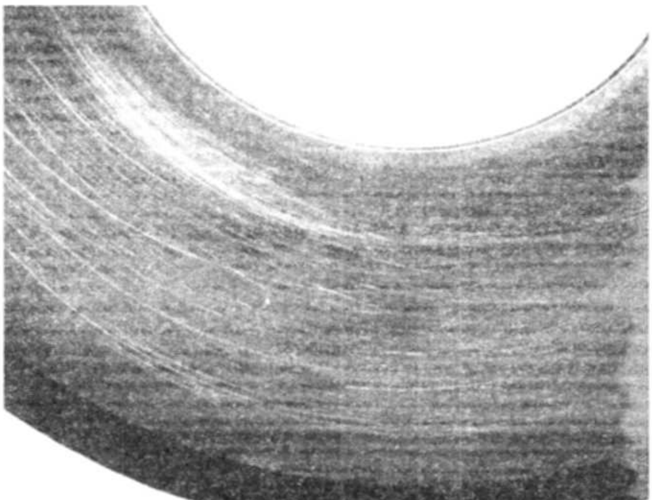
شکل ۱.

خراشیدگی

این صفحه بر اثر وجود ذرات آلوده‌کنندهٔ معلق در روغن هیدرولیک خراشیده شده است.

خراشیدگی با وجود خراشهای ظریف یا شیارها در صفحات کفگرد مشخص می‌شود. هنگامی که این خراشها را بتوان از طریق لمس کردن، با ناخن یا مداد احساس کرد، صفحه باید تعویض شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲.

مجموعهٔ پیستون / کشویی

خراشیدگی

خراشهای ظریف که در سرتاسر سطح رویی کشویی مشاهده می‌شوند ناشی از وجود مواد سایندهٔ آلوده‌کننده در روغن هیدرولیک است. همچنین مقداری تغییر رنگ دیده می‌شود که معمولاً نشان‌دهندهٔ نامناسب بودن روغن یا وجود مقدار زیادی آب در روغن است.

اگر خراشها را بتوان از طریق لمس کردن، با ناخن یا مداد احساس کرد، قطعات باید تعویض شوند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳.

کشویی آسیب‌دیده

آسیب در سرتاسر سطح تراز معمولاً به صورت یک خراش عمیق آغاز شده و با خروج سیال با فشار بالا از این منطقه، وسیعتر می‌شود. خراشیدگی اولیه ناشی از وجود ذرات بزرگ آلوده‌کننده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴.

صاف شدن

بالا رفتن دور از طریق صاف شدن لبهٔ خارجی کشویی پیستون مشخص شده و در برخی از موارد، لبه‌های کشویی پوسته می‌شود. این مسئله معمولاً ناشی از بالا رفتن بیش از حد دور است که باعث می‌شود کشویی بیشتر بر روی لبهٔ خارجی خود حرکت کند تا بر روی کل سطح.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵.

کشویی آلوده

ذراتی از مواد آلوده‌کننده در سطح روی کشویی فرو رفته و موجب خراشیده شدن صفحات کفگرد خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.

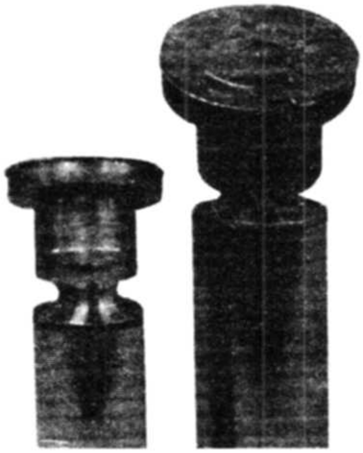


شکل ۶.

مالش یا برهم‌سایی

آسیب‌دیدگی تمام رویهٔ سطح این کشویی ناشی از فقدان روغنکاری است. روغن موجود در سیستم، کم یا نامناسب است.

توصیه : تعویض کنید.

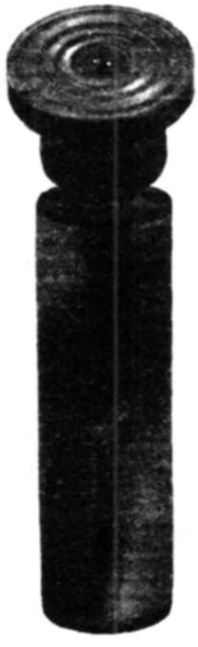


شکل ۷.

تغییر رنگ

تغییر رنگ سطح خارجی این پیستون نشان‌دهندهٔ آن است که پیستون در معرض دمای فوق‌العاده بالا قرار گرفته است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۸.

جدا شدن فیلر پیستون

جدا شدن معمولاً ناشی از قرارگرفتن طولانی‌مدت سیستم در معرض دمای بالا یا حفره‌زایی است. حفره‌زایی زمانی اتفاق می‌افتد که مقدار زیادی هوا یا کف در سیال وجود داشته و هوا جایگزین فیلم روغن هیدرولیک شود. هوا نگهدارندهٔ مناسبی برای سطوح متحرک به شمار نمی‌رود. فیلر پیستون ممکن است به صورت یک قطعه یا قطعات کوچکتر، مانند تصویر، جدا شود. محل ورود فیلر قابل تعویض نیست.

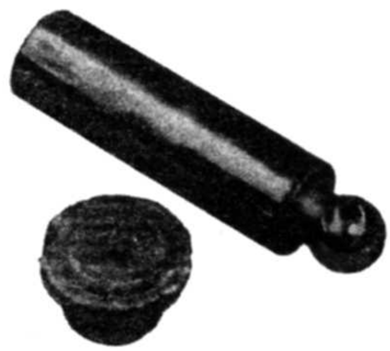


شکل ۹.

توصیه : پیستون را تعویض کنید.

جدا شدن کشویی

چسبندگی پیستون می‌تواند موجب جدا شدن کشویی از پیستون شود. بالا رفتن بیش از حد دور، آلودگی یا فقدان روغنکاری می‌تواند موجب بروز این مسئله شود.



شکل ۱۰.

توصیه : پیستون را تعویض کنید.

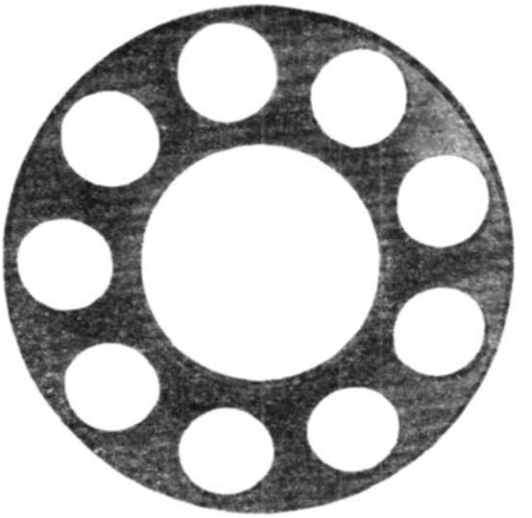
نگهدارندهٔ کشویی

تغییر رنگ

تغییر رنگ این نگهدارندهٔ کشویی نشان‌دهندهٔ آن است که نگهدارنده در معرض دمای خیلی بالا قرار داشته است.

دمای خیلی بالا می‌تواند موجب شکستگی یا تغییر شکل نگهدارنده شود.

توصیه : تعویض کنید.



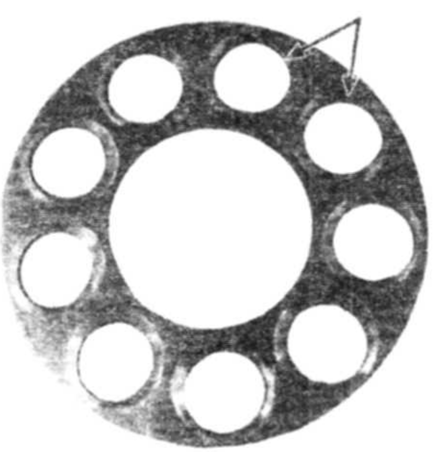
شکل ۱۱.

خراشیدگی

الگوی سایش شدید (خراشیدگی) در محل تماس کشویی پیستون و نگهدارنده نشان داده شده است.

این نوع خرابی معمولاً نشان‌دهندهٔ این است که سیستم در معرض آلوده‌کننده‌های سایندهٔ معلق در سیستم هیدرولیک قرار داشته است. خراشیدگی مشابهی ممکن است در سطح داخلی نگهدارنده در محل تماس با ساچمه‌رو مشاهده شود.

اگر این خراشیدگی را بتوان از طریق لمس کردن با ناخن یا مداد احساس کرد، قطعه باید تعویض شود.



شکل ۱۲.

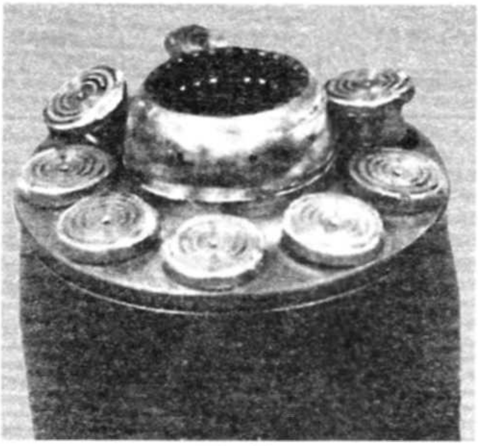
توصیه : تعویض کنید.

پایین بودن فشار شارژ سیستم

این نگهدارندهٔ کشویی ساچمه‌روها را خراب کرده است زیرا اختلاف فشار بین پوسته و فشار شارژ بسیار پایین بوده است.

علل احتمالی عبارت‌اند از بالا بودن فشار پوسته (محدود بودن خروجی)، مسدود بودن فیلتر ورودی پمپ شارژ، پایین بودن سطح محلول در مخزن یا کار کردن پمپ با سرعت پایین و فشار بالا. هنگام کار با سرعت پایین ـ فشار بالا، پمپ شارژ نمی‌تواند جریان مورد نیاز را تأمین کند و مانع افت فشار شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۳.

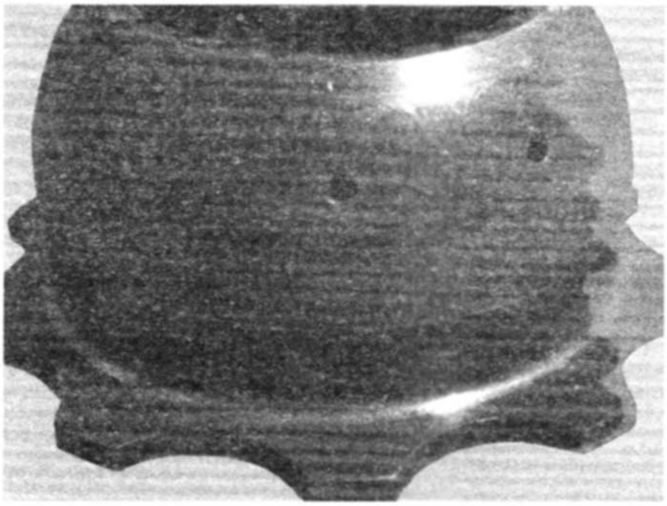
ساچمه‌روها

خراشیدگی

خراشیدگی نشان‌دهندهٔ وجود آلوده‌کننده‌های ساینده بین دو قطعهٔ آب‌بندی درگیر با هم است. این آلودگی ممکن است از خارج وارد سیستم شده یا در روغن هیدرولیک به صورت معلق وجود داشته باشد.

هنگامی که این خراشیدگیها از طریق لمس کردن، با ناخن یا مداد احساس شود، ساچمه‌روها باید تعویض شوند.

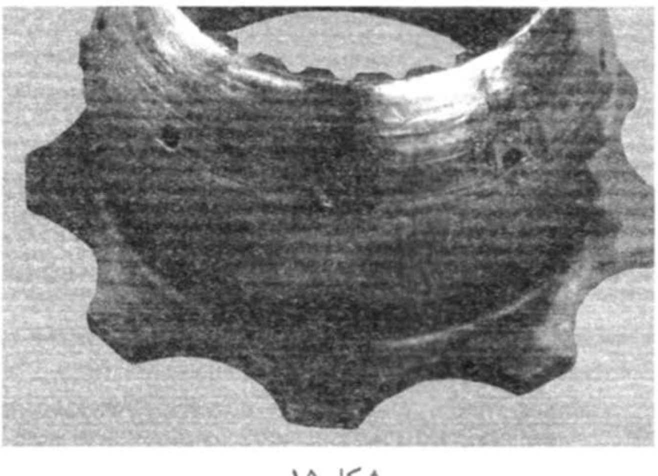
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۴.

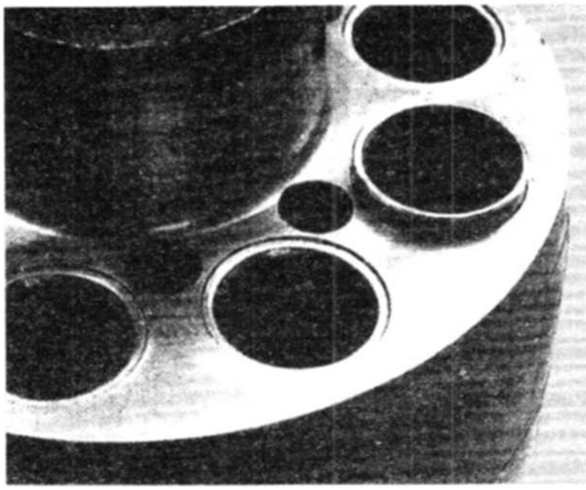
ساییدگی

وجود نواحی ساییده‌شده در اطراف سوراخهای روغنکاری نشان‌دهندهٔ فقدان روغنکاری یا وجود مواد ساینده در روغن هیدرولیک است.



شکل ۱۵.

بدنهٔ سیلندر



شکل ۱۶.

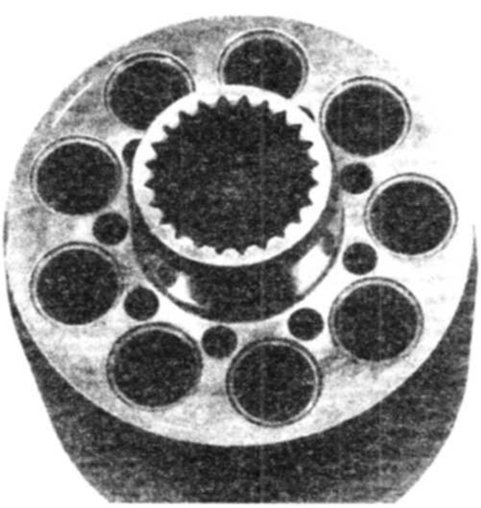
کشیده شدن بوش

کشیده شدن این بوش ممکن است ناشی از چسبیدگی پیستون به سطح داخلی سیلندر بر اثر آلودگی، افزایش دور یا فقدان روغنکاری باشد.

بوشهای سیلندر قابل تعویض نیستند.

توصیه : بدنهٔ سیلندر را تعویض کنید.

شکستگی

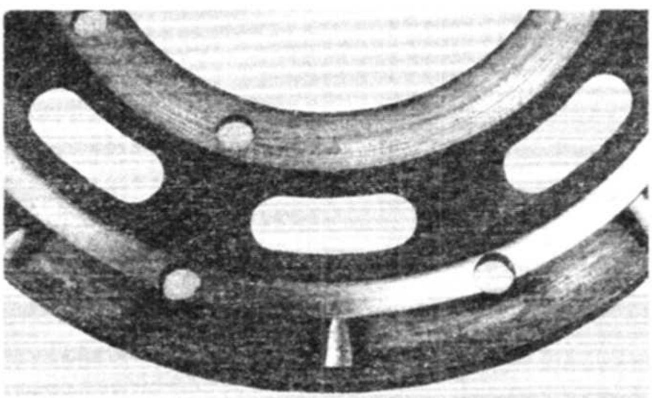


شکل ۱۷.

فشار بیش از حد سیستم یا ناهمراستایی می‌تواند باعث این شکستگی شود.

توصیه : تعویض کنید.

صفحه‌های یاتاقان



شکل ۱۸.

مالش لبهٔ خارجی

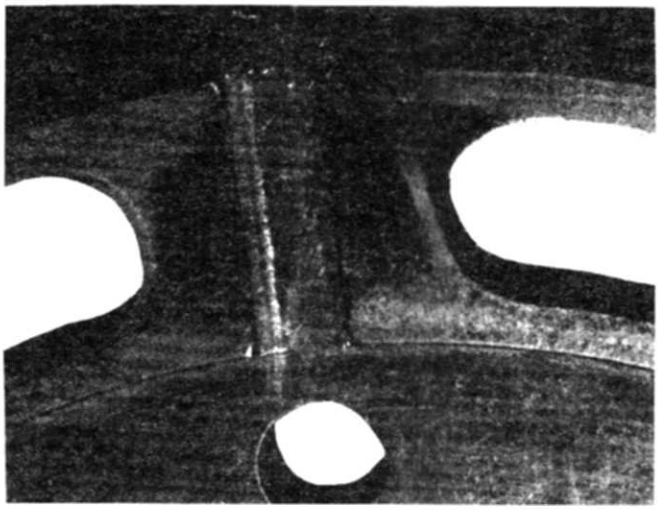
در این صفحه یاتاقان، مالش لبهٔ خارجی بر روی سطح خارجی منطقه نگهدارنده دیده می‌شود. مالش عبارت است از انتقال فلز ناشی از اصطکاک شدید بین قطعات چرخنده.

توصیه : تعویض کنید.

سایدگی

بر روی سطح تراز صفحه‌یاتاقان در سمت بلوک سیلندر ممکن است سایدگی مشاهده شود که منجر به نشت داخلی به مقدار زیاد خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.

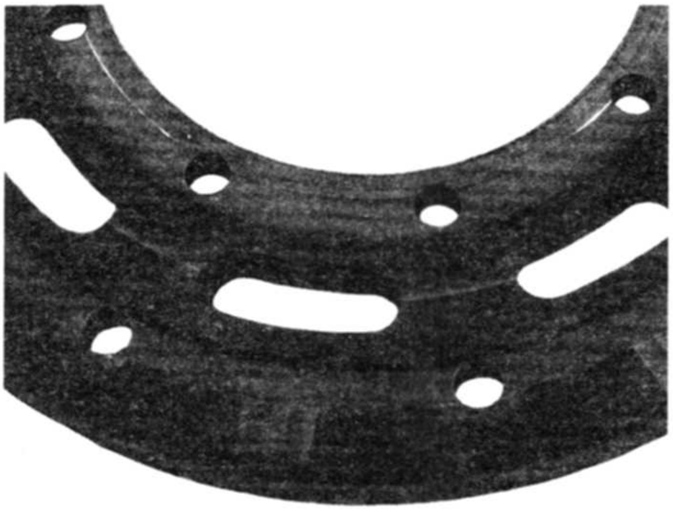


شکل ۱۹.

شیاردار شدن

وجود شیار بین سوراخهای بیضوی معمولاً بر اثر آلودگی حاصل از وجود مواد ساینده در مدار فشار بالاست. اگر شیار را بتوان از طریق لمس کردن با ناخن یا نوک مداد حس کرد، قطعه باید تعویض شود.

توصیه : تعویض کنید.

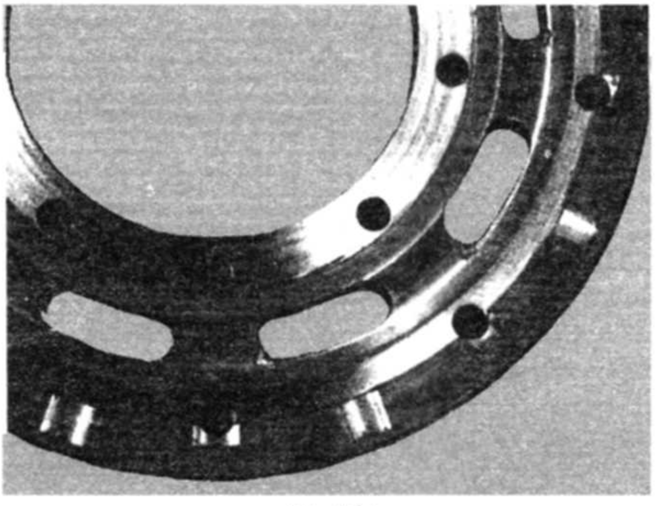


شکل ۲۰.

مالش سراسری

در این صفحه‌یاتاقان، مالش در سراسر سطح دیده می‌شود که معمولاً بر اثر آلودگی حاصل از وجود مواد ساینده یا فقدان روغنکاری به وجود می‌آید.

توصیه : تعویض کنید.

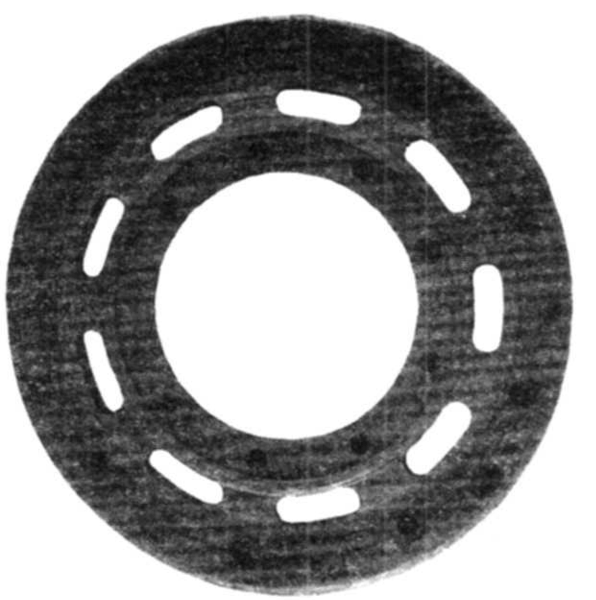


شکل ۲۱.

تغییر رنگ و مالش

در این صفحه‌یاتاقان بر اثر فقدان روانکاری یا استفاده از روغن نامناسب، خراشیدگی شروع شده است. تغییر رنگ نیز نشان‌دهندهٔ استفاده از روغن نامناسب یا واکنش شیمیایی با مواد صفحه‌یاتاقان است.

توصیه : تعویض کنید.

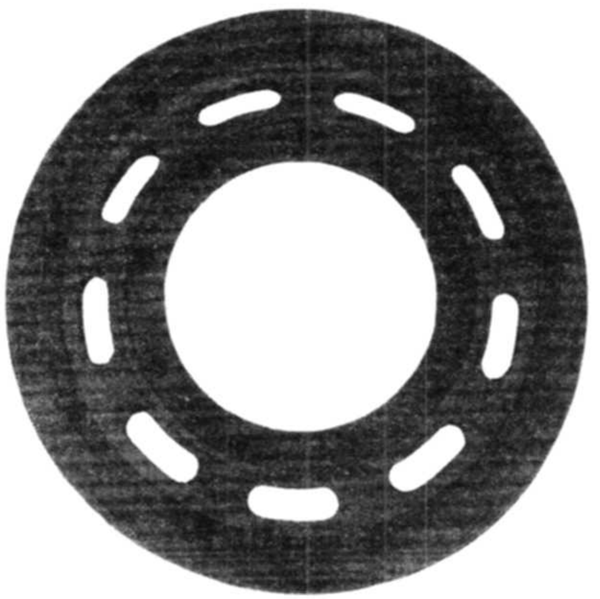


شکل ۲۲.

تغییر رنگ

تیرگی بیش از حد رنگ صفحه‌یاتاقان (کدر شدن) معمولاً نشان‌دهندهٔ استفاده از روغن نامناسب یا وجود مقادیر زیاد آب در روغن است. دمای فوق‌العاده زیاد نیز موجب تغییر رنگ می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

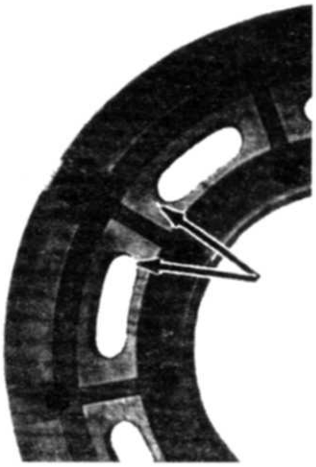


شکل ۲۳.

قسمت روشنتر این صفحه‌یاتاقان در سمت بلوک سیلندر نشان‌دهندهٔ سایش ناشی از حرکت صفحه در مقابل بلوک است.

دمای فوق‌العاده بالا و استفاده از روغن نامناسب می‌تواند موجب حرکت نوسانی صفحه و مشاهدهٔ الگوی سایش صفحه یاتاقان در سمت بلوک سیلندر شود.

توصیه : تعویض کنید.



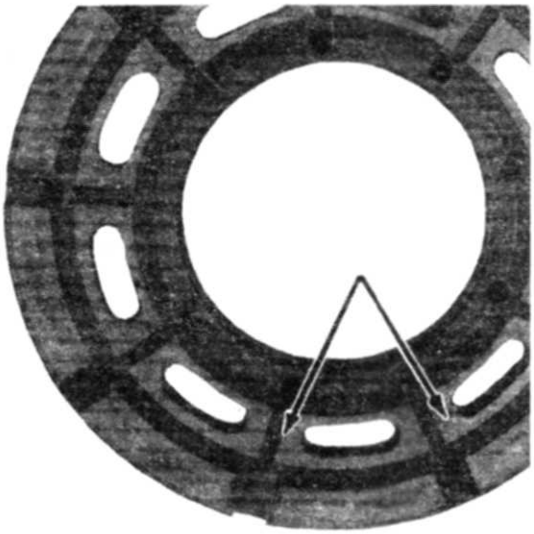
شکل ۲۴.

حفره‌زایی

حفره‌زایی موجب ساییدگی اطراف سوراخهای بیضوی این صفحه‌یاتاقان در سمت بلوک سیلندر شده است.

هنگامی که حفره‌زایی در سطح تراز خارجی یا داخلی رخ دهد، باید صفحه‌یاتاقان را تعویض کرد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۵.

صفحه یاتاقان بی‌متال

صفحه یاتاقان بی‌متال از ترکیب برنز و فولاد ساخته شده و رنگ متفاوتی دارد. به طور کلی، رهنمودهای قبلی در مورد صفحه یاتاقان بی‌متال نیز صدق می‌کند.

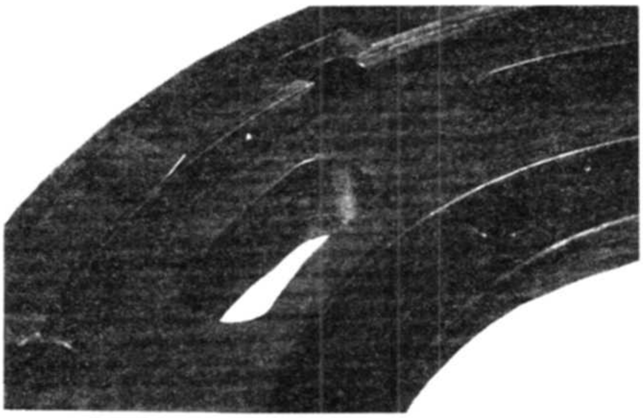


شکل ۲۶.

مالش سراسری

در این صفحه یاتاقان، ساییدگی کمی بر اثر حفره‌زایی در اطراف سوراخهای بیضوی مشاهده می‌شود، همچنین مالش در سرتاسر سطح متحرک نیز دیده می‌شود. دلیل احتمالی این امر، فقدان روغنکاری است.

توصیه : تعویض کنید.

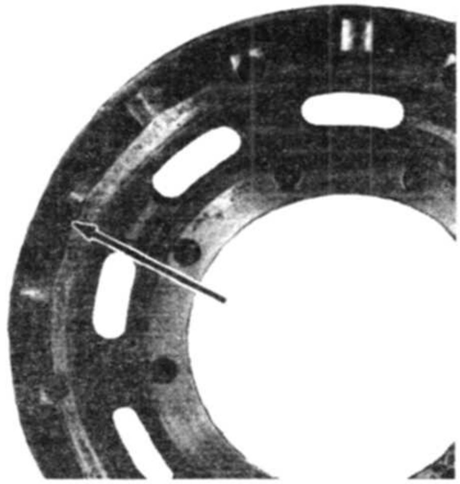


شکل ۲۷.

حفره‌زایی

مرحلهٔ پیشرفتهٔ حفره‌زایی در این شکل نشان می‌دهد که بخشی از مواد برنزی کاملاً از مواد با پایهٔ فولاد صفحه یاتاقان در اطراف سوراخهای بیضوی ساییده و جدا شده است. این وضعیت معمولاً از وجود حبابهای هوا در روغن ناشی می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۸.

جدایش فلز

جدا شدن مواد برنزی از صفحه یاتاقان نشان‌دهندهٔ گسترش حفره‌زایی در سیستم است. دمای بالا نیز می‌تواند به جدایش فلز از صفحات بی‌متال کمک کند.

توصیه : تعویض کنید.

صفحه سوپاپ

کثیف شدن

وجود ذرات آلوده‌کننده در سمت پشتی صفحه سوپاپ می‌تواند موجب بلند شدن صفحه سوپاپ و نشتی بیش از حد داخلی و در نتیجه آسیب دیدن صفحه یاتاقان شود.

توصیه : تعویض کنید.

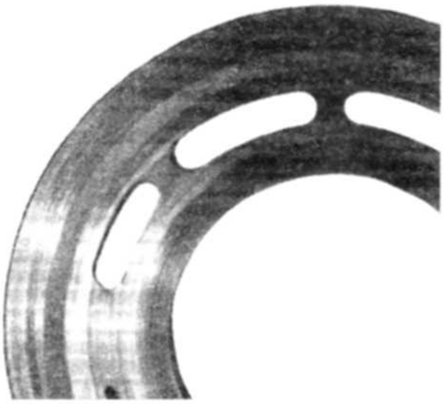


شکل ۲۹.

مالش

مالش معمولاً ناشی از فقدان روغنکاری، استفاده از روغن نامناسب یا کافی نبودن روغن یا دمای فوق‌العاده بالاست.

توصیه : تعویض کنید.

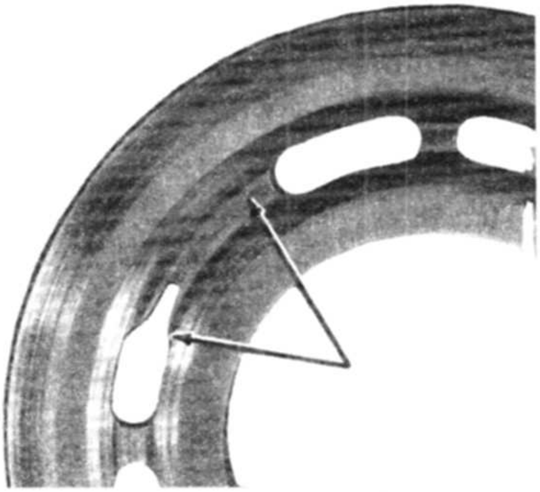


شکل ۳۰.

ایجاد شیار

وجود شیار و شکاف بین سوراخهای بیضوی و مالش در سطوح یاتاقان نشان‌دهندهٔ وجود آلوده‌کننده‌های ساینده‌ای است که در روغن هیدرولیک به صورت ذرات معلق وجود دارند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۱.

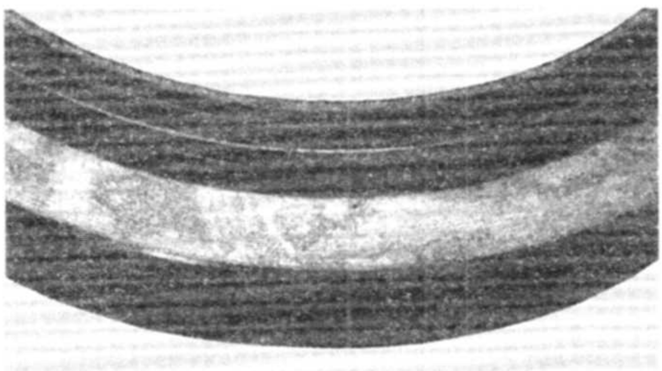
کاسه‌نمد شافت

ایجاد شیار

وجود این شیارهای عمیق بر روی قطعهٔ چرخندهٔ برنزی این کاسه‌نمد نشان‌دهندهٔ قرار گرفتن کاسه‌نمد در معرض آلوده‌کننده‌های ساینده است.

این نوع خرابی ناشی از وارد شدن فشار بسیار زیاد خارجی به قطعات درگیر کاسه‌نمد است. جعبه‌دندهٔ بدون منفذ می‌تواند موجب بروز فشار زیاد شود.

توصیه : تعویض کنید.

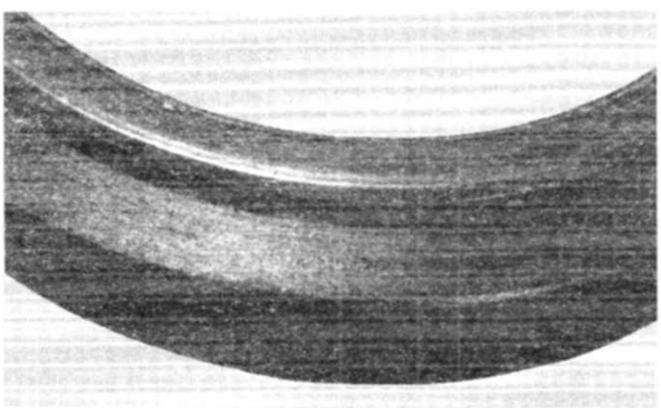


شکل ۳۲.

خراشیدگی

خراشیدگی نشان داده شده در شکل مقابل نشان‌دهندهٔ وجود آلوده‌کننده‌های ساینده بین دو قطعهٔ درگیر کاسه‌نمد است. این آلودگی ممکن است از خارج وارد قطعه شده یا در روغن هیدرولیک به صورت ذرات معلق وجود داشته باشد.

توصیه : تعویض کنید.

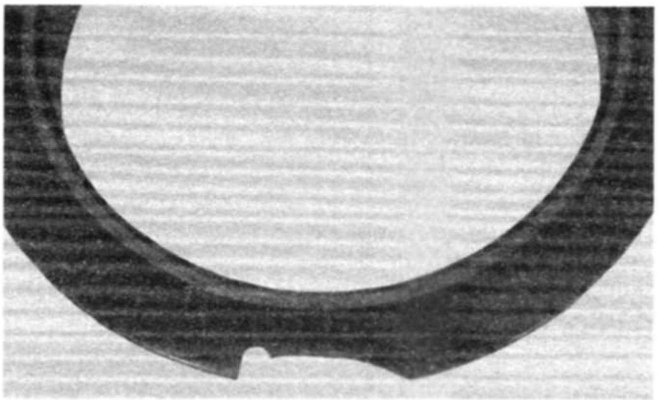


شکل ۳۳.

شکستگی

این شکستگی قطعهٔ ثابت فولادی کاسه‌نمد نشان‌دهندهٔ نصب نادرست کاسه‌نمد است.

توصیه : تعویض کنید.



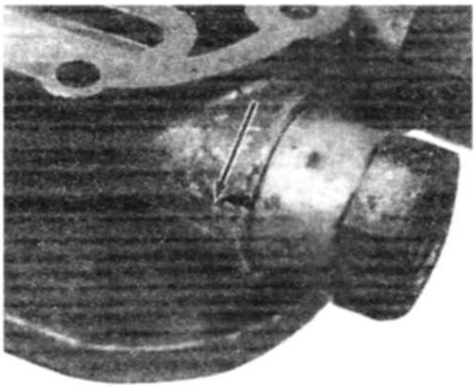
شکل ۳۴.

مجموعهٔ پمپ شارژ

ترک‌خوردگی فلنج ورودی

ترک‌خوردگی این قطعه نشان‌دهندهٔ آن است که اتصال بیش از حد محکم شده است. وارد شدن ضربهٔ شدید به تبدیل نیز می‌تواند موجب این نوع خرابی شود.

توصیه : تعویض کنید.



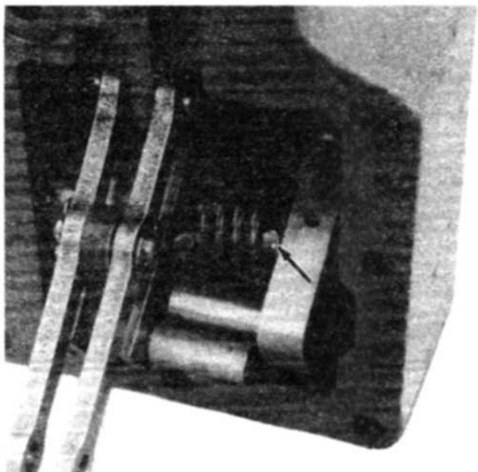
شکل ۳۵.

شیر کنترل جابه‌جایی

شکستگی فنر

پین فنر که شافت کنترل را به دو مفصل متصل می‌کند ممکن است ترک بخورد و در نتیجه بشکند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۶.

شکستگی شافت کنترل

شکستگی قسمت خارجی شافت کنترل می‌تواند ناشی از بالا بودن بیش از حد گشتاور مهرهٔ نگهدارندهٔ اهرم کنترل یا جابه‌جایی نادرست هنگام حمل و نقل یا کاربرد باشد.

نکتهٔ مهم: تمام کنترل‌کننده‌ها در کارخانه توسط یک درپوش در بالای شیر (مانند شکل)، تنظیم، قفل و آب‌بندی می‌شوند. این تنظیم را به هم نزنید.

توصیه : تعویض کنید.



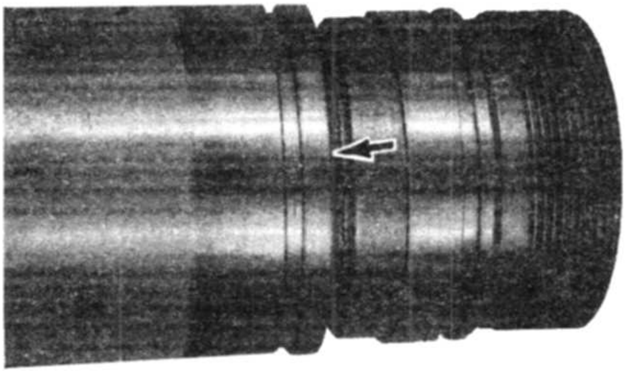
شکل ۳۷.

بوش کمکی و پیستون

ترک‌خوردگی

ترک‌خوردگی در محل فرورفته (شیار)، معمولاً نشان‌دهندهٔ استفادهٔ نادرست از غلاف است، مانند انداختن آن بر روی بوش کمکی.

توصیه : تعویض کنید.

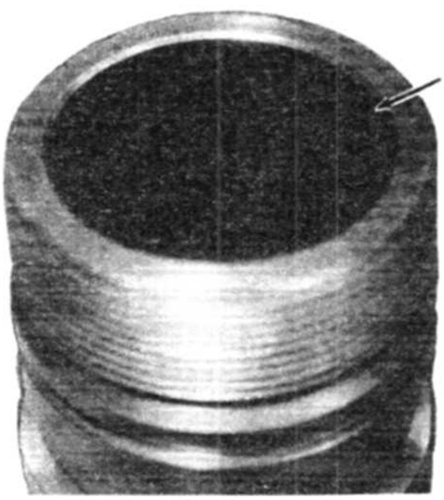


شکل ۳۸.

خراشیدگی

آلودگی معمولاً موجب خراشیدگی سطح داخلی بوش کمکی می‌شود.

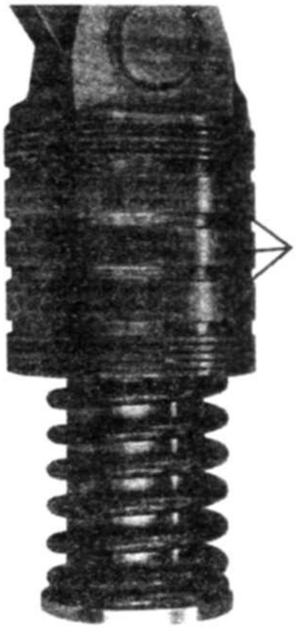
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۹.

وجود خراشیدگی در پیستون بوش کمکی معمولاً ناشی از وجود آلوده‌کننده‌های ساینده است. در صورتی که بتوان خراشیدگیها را از طریق لمس کردن با ناخن یا نوک مداد احساس کرد، قطعه باید تعویض شود.

توصیه : تعویض کنید.



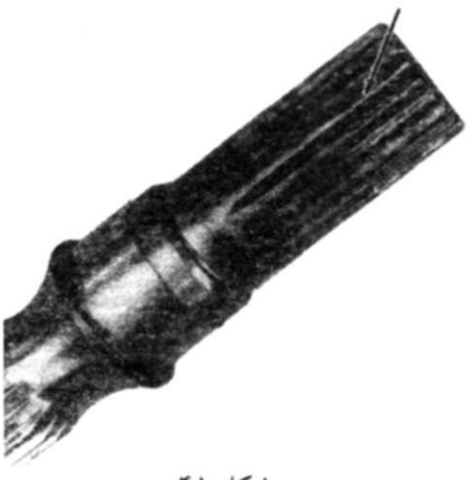
شکل ۴۰.

شافتها

هزارخار فرسوده

فرسودگی هزارخار معمولاً ناشی از نصب نادرست یا ناهمراستایی کوپلینگ است.

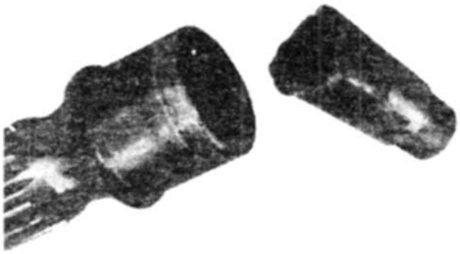
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۱.

شکستگی مخروطی ورودی

شکستگی مخروطی معمولاً ناشی از نصب نادرست کوپلینگ به شافت یا اعمال گشتاور نادرست به مهرهٔ نگهدارندهٔ کوپلینگ است.

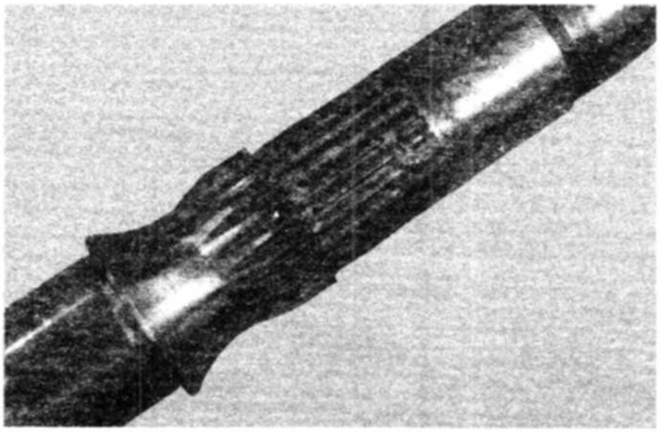


شکل ۴۲.

توصیه : تعویض کنید.

هزارخار فرسوده

فرسودگی هزارخار معمولاً ناشی از ناهمراستایی شدید یا ایجاد تنش پیچشی در شافت ورودی است. بارگذاری بیش از حد نیز می‌تواند موجب بروز این نوع خرابی شود.



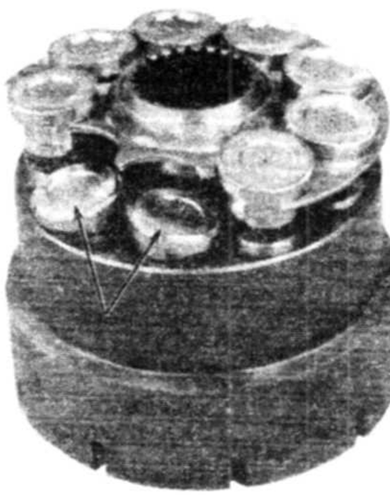
شکل ۴۳.

توصیه : تعویض کنید.

سیستمهای هیدروستاتیک عملیات سبک

بهره‌برداری با دور ورودی پایین

لبه‌های این سطوح فشار محوری کشویی بر اثر حرکت لغزشی، گرد شده است. این امر می‌تواند ناشی از خرابی پمپ شارژ یا کار با دور پایین باشد. گرفتگی مخزن، لوله یا فیلتر، پایین بودن سطح روغن مخزن یا نشتی داخلی بر اثر سایش یا نصب نادرست نیز می‌تواند موجب بروز این نوع خرابی شود. شکستگی نگهدارنده و چسبندگی پیستونها از ادامهٔ بهره‌برداری در حالت پایین بودن فشار شارژ سیستم ناشی می‌شود.



شکل ۴۴.


شکل ۴۵.

چسبیدگی پیستون

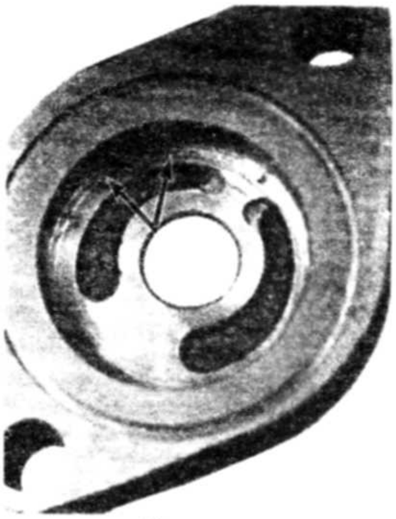
چسبیدگی پیستونها ناشی از آلودگی در سیستم یا آسیب دیدن سطح داخلی سیلندر یا سطح خارجی پیستون است. در محل چسبیدگی پیستون، نگهدارندهٔ کشویی خم شده است.


شکل ۴۶. صفحهٔ سوپاپ

صفحه سوپاپ / محفظهٔ پمپ شارژ

خراشیدگی این صفحه سوپاپ و محفظهٔ پمپ شارژ احتمالاً ناشی از وجود آلودگی در سیستم قبل از شروع کار یا نگهداری نادرست فیلتر است.

توصیه : تعویض کنید.


شکل ۴۷. محفظهٔ پمپ شارژ

خودآزمایی

پرسش

۱. خراشیدگی چیست؟

۲. علل خراشیدگی کدام‌اند؟

۳. چه موقع باید قطعات خراشیده‌شده را تعویض کرد؟

۴. مالش یا برهم‌سایی چیست؟

۵. علل مالش یا برهم‌سایی کدام‌اند؟

۶. ساییدگی ناشی از حفره‌زایی چیست؟

۷. علل ساییدگی ناشی از حفره‌زایی کدام‌اند؟

۸. علل تغییر رنگ (یا کدر شدن) صفحات یاتاقان کدام‌اند؟

۹. علل بروز شکاف در اجزای هیدرولیک کدام‌اند؟

۱۰. علل اغلب خرابیهای گیربکسهای هیدروستاتیک چیست؟

۸

بلبرینگها



مقدمه

خرابی بلبرینگها ناشی از عوامل مختلفی است که مهمترین آنها با عوامل زیر در ارتباط‌اند:

- **آلودگی**
- **روغنکاری نامناسب**
- **نصب نادرست**
- **بی‌احتیاطی در جابه‌جایی**
- **تغییر شکل و ناهمراستایی**
- **کارکرد شدید**
- **ارتعاش**
- **جریان الکتریکی برق**
- **عیوب مواد بلبرینگ**

آلودگی

آلودگی عبارت است از وجود هرگونه مواد خارجی که منجر به آسیب دیدن بلبرینگ می‌شود. رطوبت و هرگونه مواد ساینده نظیر ماسه یا آشغال موجب خرابی زودرس خواهد شد.

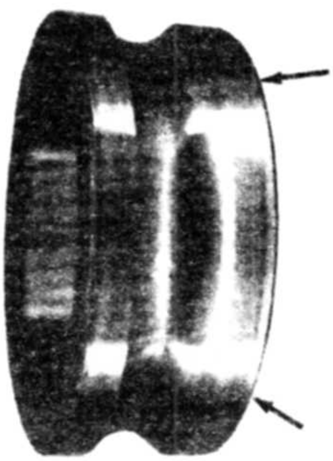
آلوده‌کننده‌های ساینده و رطوبت موجب زنگ‌زدگی، خراشیدگی و خط افتادن ساچمه‌رو می‌شود. با استفاده از روغن مناسب، تمیز نگه‌داشتن بلبرینگ هنگام جابه‌جایی و استفاده از کاسه‌نمدهای نو یا سالم، می‌توان از این نوع آسیب جلوگیری کرد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱.

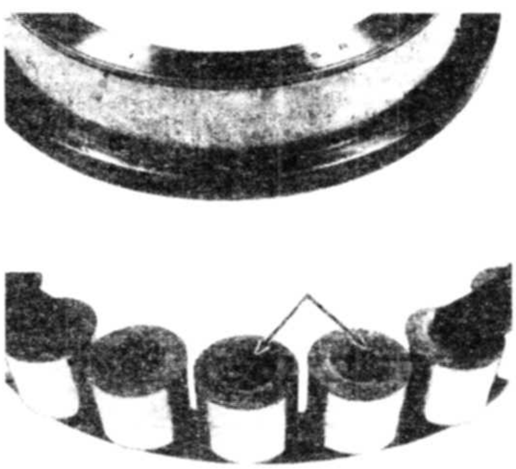
در این بلبرینگ، اثر مواد سایندهٔ درشت در مسیر حرکت دیده می‌شود. هرچند که نشان دادن رنگ کدر و خاکستری سطوح ساچمه‌رو در مقایسه با سطح روشن و پرداخت شده در یک بلبرینگ نو، دشوار است.



شکل ۲.

مواد خارجی موجب سایش شدید این بلبرینگها شده‌اند. سرغلتکها تا قسمت فرورفتگی ساییده شده و شیارها نیز شدیداً فرسوده شده‌اند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳.

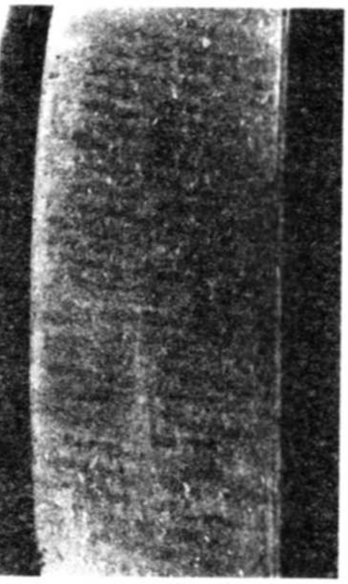
دومین نوع آسیب ناشی از وجود مواد ساینده، حفره‌دار شدن است. حفره‌دار شدن نوعی خرابی حاصل از خستگی است و زمانی بروز می‌کند که ذرات ریز از سطح بلبرینگ جدا می‌شوند. هنگامی که سطوح قطعات درگیر در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، تنش مکرر بر روی این سطوح می‌تواند موجب حفره‌دار شدن شود.

توصیه : تعویض کنید.

براده‌های فلزی یا ذرات درشت آشغال باقی‌مانده بر روی **محفظه‌هایی که به خوبی تمیز نشده‌اند معمولترین علل بروز این مشکل‌اند.**

ذرات نسبتاً درشت فلز یا آشغال سطح حرکت بلبرینگ را ساییده و حفره‌دار می‌کنند. برخی از فرورفتگیها آن‌قدر عمیق‌اند که باعث شکستگی سطح سخت‌شدهٔ بلبرینگ شده‌اند. ادامهٔ کار بلبرینگ موجب می‌شود تا سطح ساچمه‌رو خیلی زود پوسته‌پوسته شده یا ورقه‌ورقه شود (حفره‌دار شدن پیشرفته).

توصیه : تعویض کنید.

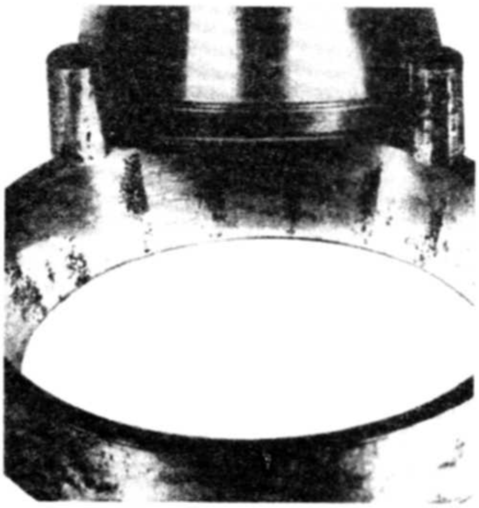


شکل ۴.

زنگ‌زدگی یا خوردگی مشکلی جدی در بلبرینگها به شمار می‌رود. پرداخت عالی سطح ساچمه‌رو بلبرینگ و غلتکها، آنها را کاملاً مستعد خوردگی ناشی از وجود آب می‌کنند.

خوردگی اغلب ناشی از تجمع رطوبت در **محفظهٔ بلبرینگ**، بر اثر تغییرات دماست. رطوبت یا آب **معمولاً وارد** کاسه‌نمدهای فرسوده یا آسیب‌دیده می‌شود. **همچنین هنگام شستشوی نادرست و خشک کردن بلبرینگها در زمان بازدید و برداشتن آنها از محل خود، آسیب شدید به بلبرینگ وارد می‌شود.**

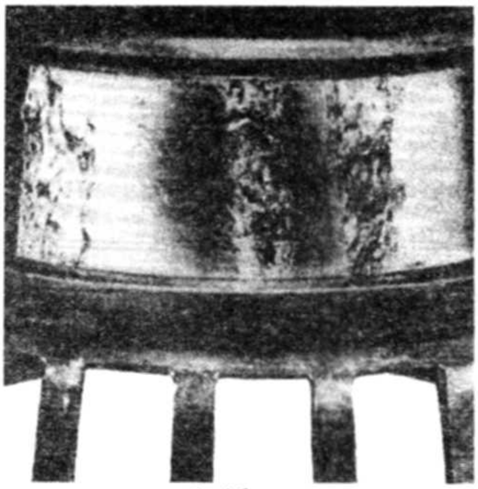
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵.

در این بلبرینگ آسیب شدیدتری نسبت به خوردگی دیده می‌شود. فرورفتگیها و برآمدگیها، ورقه‌ورقه شدن ساچمه‌رو را در ناحیهٔ خوردگی شدید نشان می‌دهند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۶.

ابتدا خوردگی شدید سبب ایجاد این حفره‌ها و پوسته‌ها شد. سپس با ادامهٔ شکستگی فلز، هنگامی که غلتکها به لبه‌های نواحی پوسته‌شده ضربه وارد می‌کنند، سطوح حرکت در منطقهٔ بارگذاری‌شده شکسته یا ورقه‌ورقه می‌شوند.

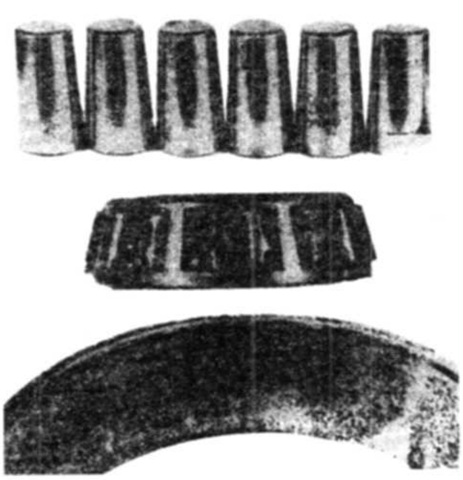
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۷.

در صورت نگهداری نامناسب، آب از طریق کاسه‌نمدهای فرسوده، یا از طریق نشتی واشرها یا درپوشها وارد محفظه می‌شود که منجر به خوردگی شدید یا زنگ‌زدگی خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.

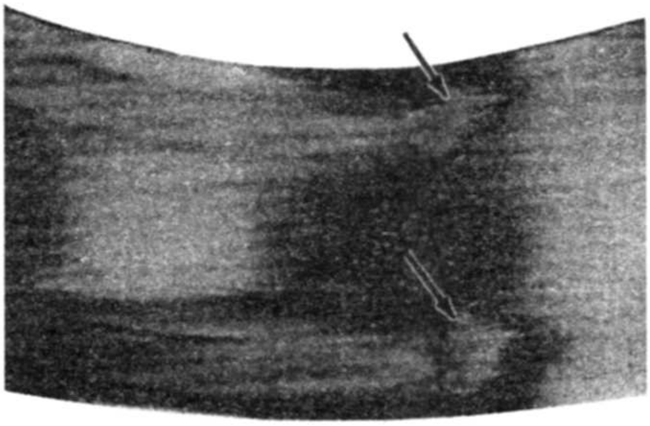


شکل ۸.

روغنکاری نامناسب

روغن مناسب، برای عملکرد صحیح بلبرینگ مهم است. فقدان روغن یا کم بودن آن موجب خرابی می‌شود. ممکن است نوع، درجه یا وزن روغن نادرست باشد. همیشه از روغنهای توصیه‌شده توسط سازنده استفاده کنید.

در این بلبرینگ روغن غلیظ به مقدار زیاد استفاده شده است. اجزای گردنده در طول سطح بیشتر می‌لغزند تا اینکه بغلتند، و در نتیجه موجب آلودگی فلز می‌شوند. غلیظ بودن روغن موجب کند شدن حرکت غلتشی و در نتیجه لغزش اجزاء می‌شود. با آلودگی سطوح فلزی، میزان سایش بیشتر می‌شود. این نوع آسیب همچنین می‌تواند ناشی از کافی نبودن روغن باشد.

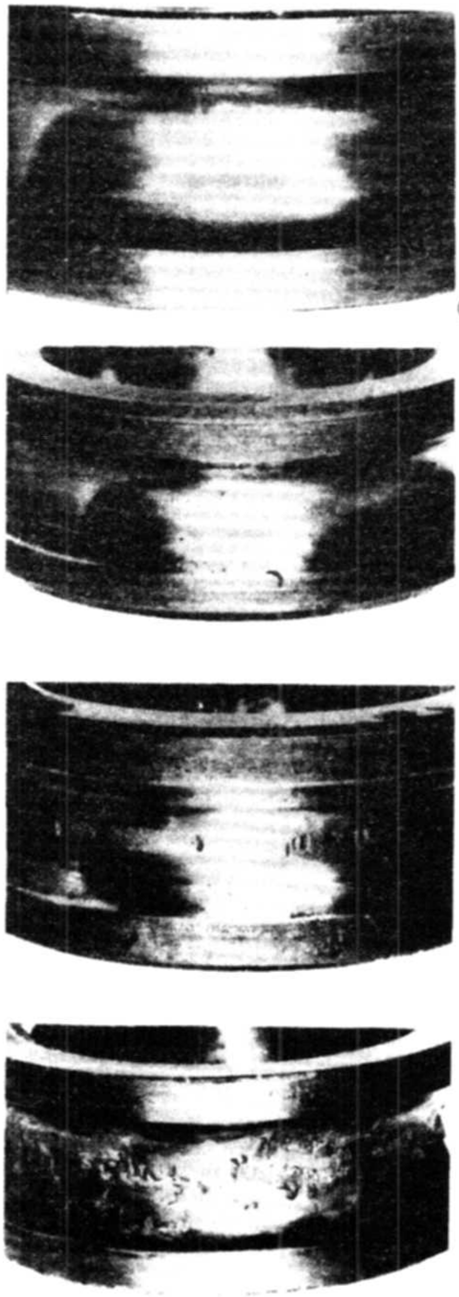


شکل ۹.

توصیه : تعویض کنید.

نوع دیگر آسیب سطحی در شکلهای الف، ب، ج و د، به صورت پیشرونده، نشان داده شده است. اولین نشانهٔ قابل مشاهدهٔ این شکل معمولاً زبر شدن سطح است. سپس ورقه شدن از ترکهای مویی آغاز می‌شود.

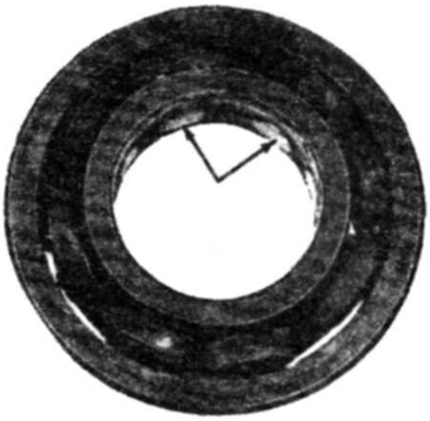
توصیه : تعویض کنید.



(الف)
(ب)
(ج)
(د)

شکل ۱۰.

در این بلبرینگ، تغییر رنگ و نرم شدن بر اثر حرارت زیاد مشاهده می‌شود.



شکل ۱۱.

ممکن است بلبرینگ صیقل داده شود (تصویر فوق) یا ساچمه‌ها به رینگ جوش بخورند. (شکل، پایین).

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۲.



شکل ۱۳.

شکستگی این محفظه ناشی از فقدان روغنکاری متناوب است. گاهی به دلیل شرایط کاری، روغن مدتی به غلتکها و شیار نمی‌رسد که این مدت برای خراشیدگی جزئی اجزای فوق کافی است. در نتیجه در لبه‌های محفظه فشار ایجاد می‌شود. بعد از چند بار تکرار، نهایتاً محفظه شروع به ترک خوردن می‌کند و سپس می‌شکند (مطابق شکل).

توصیه : تعویض کنید.

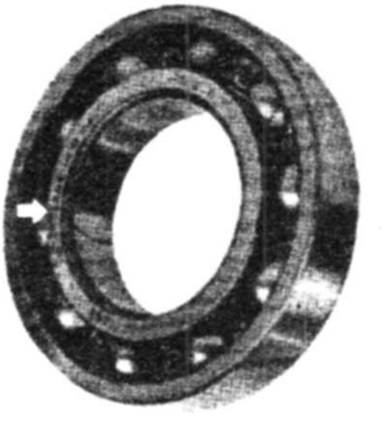


شکل ۱۴.

نصب نادرست

نصب نادرست نیز موجب خرابی زودرس یاتاقان خواهد شد. بارگذاری سنگین اولیه یا محکم کردن بیش از حد می‌تواند موجب آسیبی مشابه آسیب ناشی از کافی نبودن روغن شود. این دو علت مکرراً با یکدیگر ترکیب می‌شوند، به نحوی که برای یافتن مشکل واقعی، بررسی دقیق لازم است.

سه نوع آسیب ناشی از نصب نادرست وجود دارد. اولین نوع آسیب عبارت است از ترک‌خوردگی ساچمه‌رو بر اثر فشار یاتاقان در درون شافتی که قطر خارجی آن نسبت به قطر داخلی ساچمه‌رو بلبرینگ بیش از حد بزرگ است.



شکل ۱۵.

توصیه : تعویض کنید.

این ساچمه‌رو خارجی بر اثر زنگ‌زدگی یا خوردگی حاصل از سایش، آسیب دیده است. این مسئله هنگامی اتفاق می‌افتد که ساچمه‌رو خارجی در محفظهٔ خود شل شده باشد. صیقل‌کاری یا پاک کردن زنگ، تنها باعث شل‌تر شدن ساچمه‌رو می‌شود. بلبرینگ باید تعویض شود.

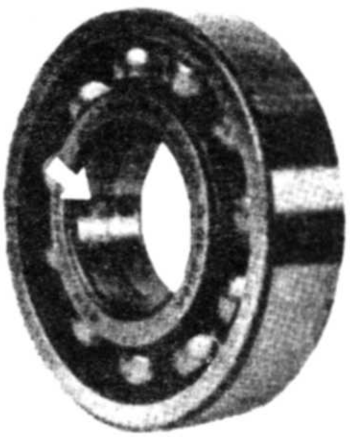
توصیه : تعویض کنید.



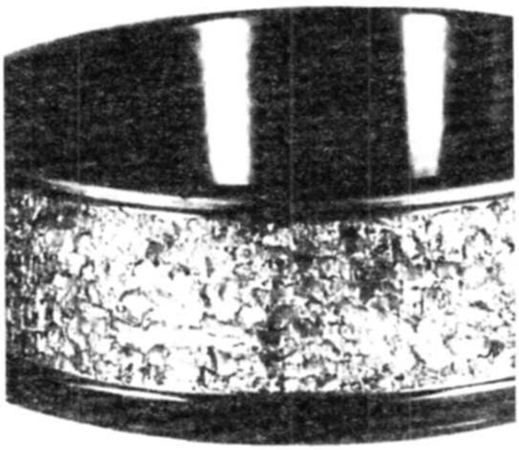
شکل ۱۶.

سایش خزشی بر اثر شل شدن بیش از حد اتصال بین شافت و سطح داخلی بلبرینگ است. با پیشرفت این نوع سایش ساچمه‌رو داخلی سریعتر می‌چرخد و اصطکاک و گرمای بیشتری ایجاد می‌شود که منجر به خرابی احتمالی بلبرینگ خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۷.



شکل ۱۸.

این ساچمه‌رو بلبرینگ بر اثر خستگی فلز شدیداً ورقه‌ورقه شده است. این نوع خستگی زودتر از موعد رخ داده و می‌توان از طریق برداشتن بار اولیه یا کاهش آن به مقدار صحیح، از بروز این مشکل جلوگیری کرد.

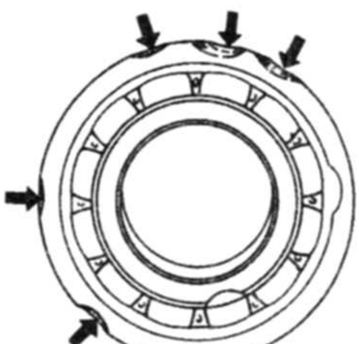
توصیه : تعویض کنید.

بی‌احتیاطی در جابه‌جایی

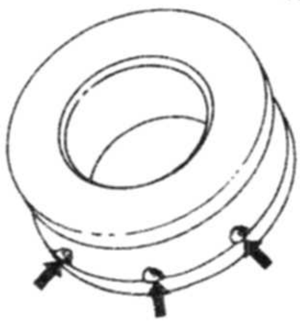
آسیب‌دیدگی بلبرینگ می‌تواند ناشی از بی‌احتیاطی هنگام جابه‌جا کردن، سرویس نادرست، یا استفاده از ابزار نامناسب هنگام نصب باشد.

این بلبرینگها به نحو صحیح سرویس نشده‌اند. شکل الف وجود شکستگی را در ساچمه‌رو خارجی بر اثر استفاده از ابزار ضربه‌ای برای حرکت دادن یاتاقان نشان می‌دهد. در شکل (ب) ترک‌خوردگی ناشی از ضربه زدن به ساچمه‌رو توسط چکش مشاهده می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



(الف)



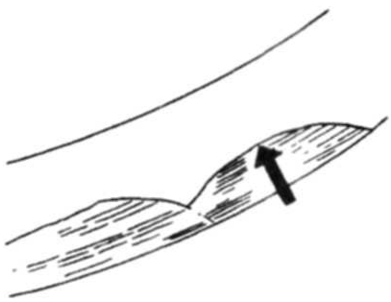
(ب)

شکل ۱۹.

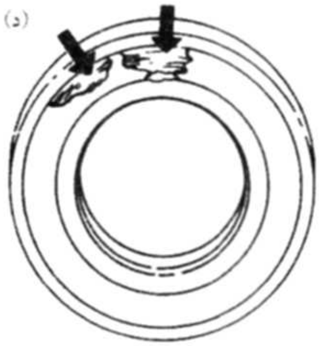
وارد آوردن ضربه همچنین موجب آسیب دیدن ساچمه‌رو داخلی مانند مثال ج می‌شود. هنگامی که به ساچمه‌رو ضربهٔ شدیدی وارد می‌شود، نیرو از طریق اجزای گردنده به ساچمه‌رو دیگری منتقل شده و آن را دچار شکستگی می‌کند.

استفاده از ابزار نادرست نتیجهٔ دیگری نیز در پی دارد که عبارت است از آسیب‌دیدن کاسه‌نمد در بلبرینگ آب‌بندی شده مانند مثال د. ابزار جا زدن لیز خورده و به کاسه‌نمد آسیب رسانده است. کارایی کاسه‌نمد کاهش یافته و جداکننده احتمالاً گیر کرده است.

توصیه : تعویض کنید.

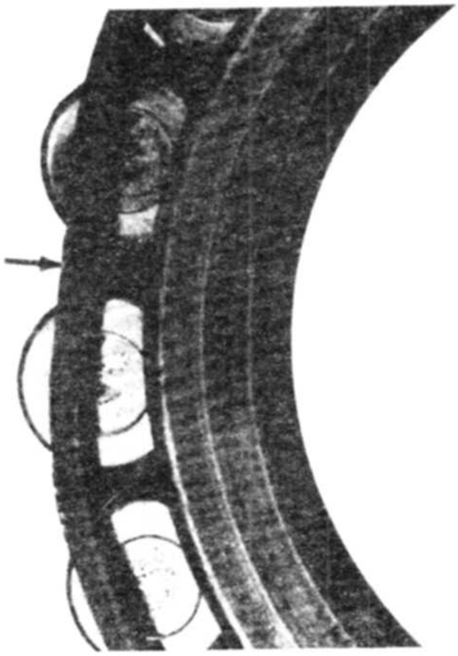


(ج)



(د)

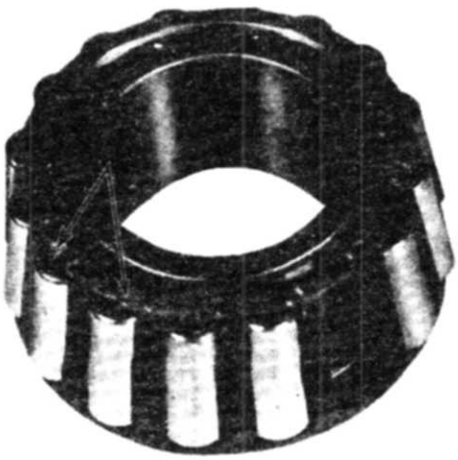
شکل ۲۰.



شکل ۲۱.

این بلبرینگ به زمین افتاده است، نحوهٔ زمین خوردن آن به گونه‌ای بوده که سر بزرگ آن خمیده شده است. تغییر شکل این محفظه موجب خمیدگی غلتک در محفظه و تغییر شکل آن شده است.

توصیه : تعویض کنید.

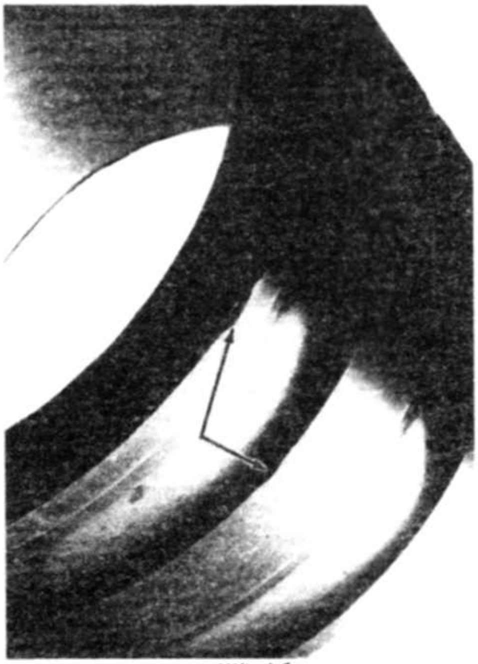


شکل ۲۲.

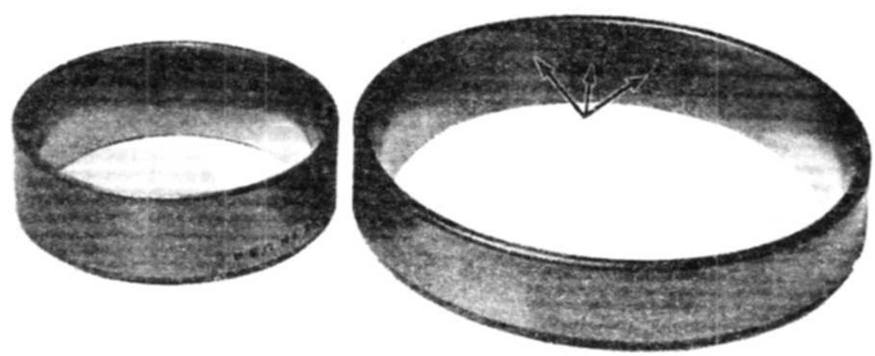
این محفظه در هنگام نصب، به دلیل عدم استفاده از ابزار صحیح، آسیب دیده است. واضح است که برای حرکت دادن مخروطی (کُنسل) بر روی شافت، به جای استفاده از مخروطی از یک میلهٔ جازن استفاده شده است.

توصیه : تعویض کنید.

این آسیب ناشی از خستگی به علت وارد آمدن ضربه در حین جابه‌جایی یا نصب به وجود آمده است. ضربه باعث ایجاد فرورفتگی می‌شود که می‌تواند آغاز خستگی زودرس باشد.



شکل ۲۳.



شکل ۲۴.



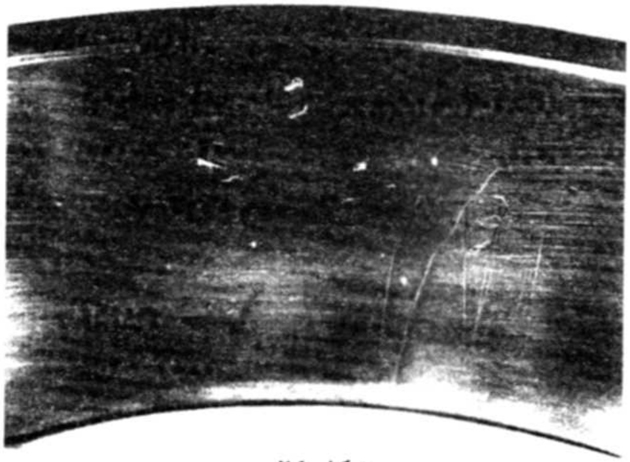
شکل ۲۵.

شکستگی روی این کپه‌ها ناشی از قرار گرفتن مخروطی در وضعیت کج نسبت به کپه است. انتهای برخی از غلتکها، در سطح کپه فرو می‌رود. لبه‌های غلتک صاف شده و فلز در این نقطه با فشار وارد بدنهٔ غلتکها می‌شود. به علت کج شدن یا یک ور شدن، غلتکها با فشار وارد لبه‌های ساچمه‌رو مخروطی می‌شوند و در نتیجه اثر آنها بر روی لبه‌های بزرگ و کوچک مسیر حرکت مخروطی باقی می‌ماند.

توصیه : تعویض کنید.

میله یا ابزار مورد استفاده برای جا زدن این کپه بر روی سطح لغزیده و در آن فرو رفته است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۶.

علائم استفاده از ابزار تا روی لبهٔ نشیمنگاه کپه گسترش یافته است و موجب شده این نقطه ورقه‌ورقه یا دچار خستگی شود.

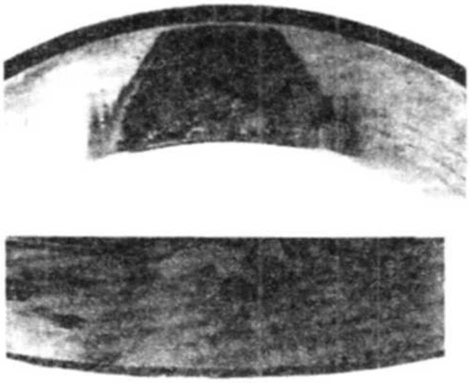
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۷.

علائم مشاهده‌شده در سطوح داخلی و خارجی کپهٔ نشان داده شده در این شکل ناشی از وجود برجستگی در محفظه است. سطح داخلی در این منطقه ورقه‌ورقه شده و سطح خارجی نشان‌دهندهٔ تماس شدید در نقطهٔ متناظر است.

توصیه : تعویض کنید.

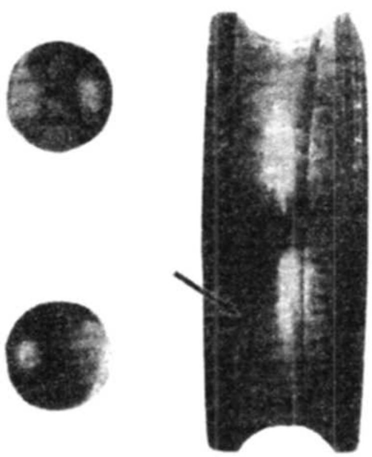


شکل ۲۸.

ناهمراستایی

ناهمراستایی معمولاً ناشی از خمیدگی شافت یا وجود مواد خارجی در فاصلهٔ بین بلبرینگ و نشیمنگاه آن است. به محل سایش در ساچمه‌روها و نحوهٔ ساییدگی ساچمه‌ها توجه کنید. ناهمراستایی در بلبرینگهای غلتکی یا سوزنی معمولاً منجر به ایجاد فشار زیاد بر روی غلتکها و ساچمه‌رو و در نتیجه خرابی زودرس ناشی از خستگی می‌شود.

هنگام نصب بلبرینگهای جدید باید علت خرابی را تعیین و اصلاح کرد، در غیر این صورت آسیب مشابهی به وقوع خواهد پیوست.

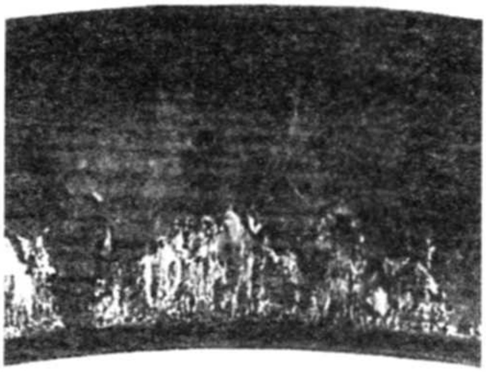


شکل ۲۹.

توصیه : تعویض کنید.

لقی بیش از حد بلبرینگ موجب بروز این وضعیت شده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۰.

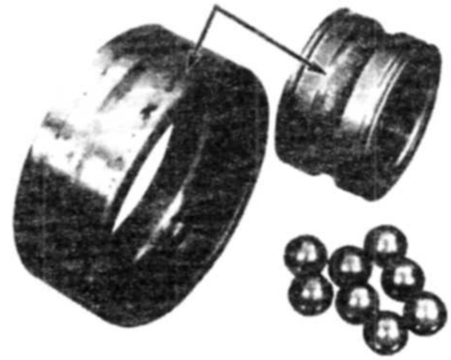
کار در شرایط سخت

ضربات ناشی از بارهای سنگین در مدت کوتاه، می‌تواند موجب به جا ماندن اثر آنها در ساچمه‌رو بلبرینگ و گاهی حتی شکستگی غلتکها و ساچمه‌روها شود. اگر بلبرینگهای کفگرد هنگام نصب لقی داشته باشند، هنگامی که چرخها بر روی سطوح ناهموار حرکت می‌کنند، باعث وارد آمدن ضربه می‌شوند. این ضربات کوتاه و سریع باعث می‌شود تا غلتکها به ساچمه‌رو برخورد کرده و در نهایت، باعث شکستگی آنها شوند.



شکل ۳۱.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۲.

اولین علامت شکست خستگی می‌تواند حرکت پر سر و صدا و افزایش ارتعاش باشد. در این ساچمه‌روها پوسته شدن سطوح فلزی مشاهده می‌شود. این پوسته شدن ناشی از تأثیر دور و بار بیش از حد است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۳.

ارتعاش

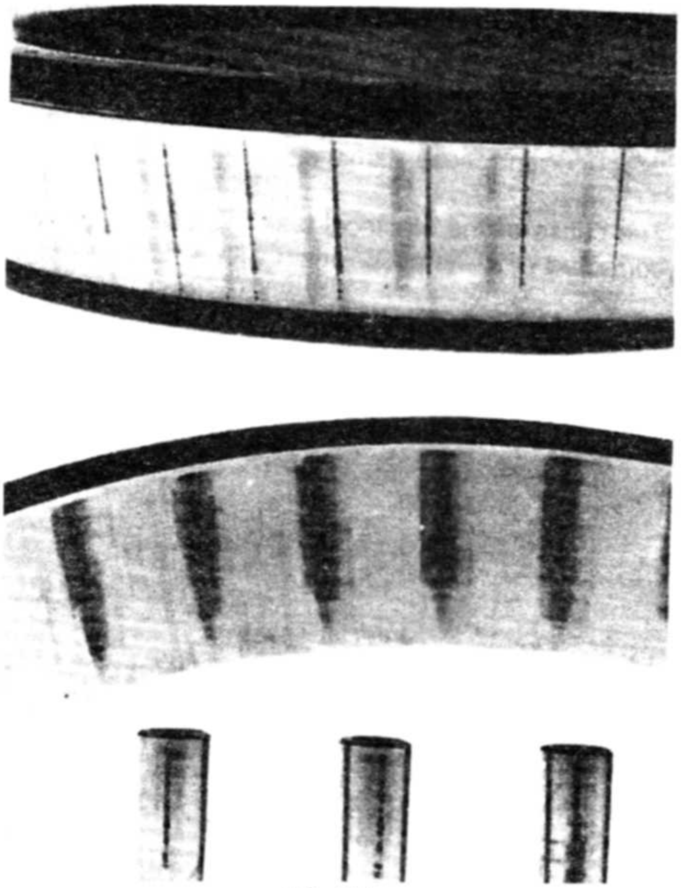
اکثر بلبرینگها در حالی که زیر بار قرار دارند، می‌چرخند. اما این بلبرینگ در هنگام قرارگرفتن در معرض ارتعاش ثابت بوده است. فشار ناشی از ضربات و سایش، موجب این ارتعاش شده است. هنگامی که این بلبرینگ زیر بار غلتشی قرار گیرد، به سرعت خراب خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.

این فرسایش ناسی از لغزش غلتکها بر روی ساچمه‌رو به سمت عقب و جلو است، در حالی که بلبرینگ یا ساچمه‌رو ثابت بوده‌اند. بر اثر حرکت غلتک به سمت عقب و جلو، سطح ساچمه‌رو فرسوده و شیاری روی آن ایجاد شده است. این حرکت لغزشی ناشی از ارتعاش است. ارتعاش موجود می‌تواند آن‌قدر حرکت ایجاد کند که موجب بروز بخشی از این فرسایش باشد.

علائم فرسایش شدیدتر، به‌ویژه شیارهای باریک عمیقتر و دارای لبه‌های تیزتر، موجب ایجاد سر و صدا و زبر شدن سطح بلبرینگ می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

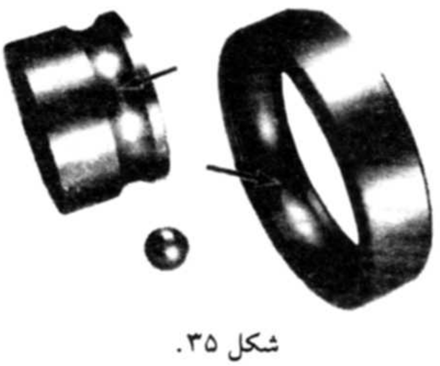


شکل ۳۴.

جریان برق

هنگامی که بلبرینگ در محلی مورد استفاده قرار گیرد که جریان برق وجود دارد، چنانچه جریان از آن عبور کند، آسیب خواهد دید.

قوسهای الکتریکی ایجاد شده در زمان چرخش بلبرینگ موجب ذوب شدن سطح فلز و در نتیجه خرابی بلبرینگ خواهد شد. این الگوی فرسایش معمولاً چندین بار حول سطح خارجی رینگ و ساچمه‌رو تکرار می‌شود.

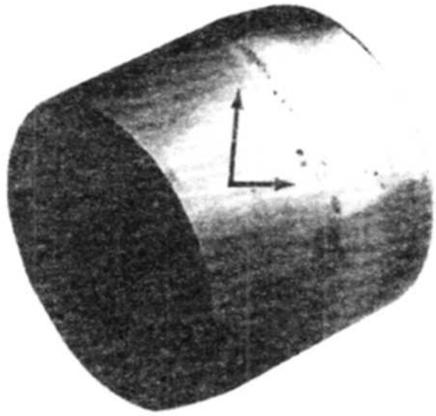


شکل ۳۵.

توصیه : تعویض کنید.

هر بار که جریان برق در مسیر عبور خود در بین ساچمه‌رو و غلتک قطع می‌شود، حفره‌های الکتریکی ایجاد می‌شود. شکل زیر، مجموعه‌ای از حفره‌های الکتریکی را نشان می‌دهد. میزان آسیب بیشتر تحت تأثیر شدت جریان است تا ولتاژ. همچنین جریان مستقیم و متناوب هر دو باعث بروز آسیب می‌شوند. باید علت نشت جریان الکتریکی را یافت و آن را برطرف کرد. در غیر این صورت، مجدداً این مسئله در بلبرینگ نو نیز باعث ایجاد خرابی می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۶.

خودآزمایی

پرسش

۱. دلایل آلودگی در بلبرینگها را نام ببرید.

۲. بهترین راه برای جلوگیری از آلودگی چیست؟

۳. (درست یا غلط) کاسه‌نمدهای فرسوده به ندرت موجب خرابی بلبرینگ می‌شوند.

۴. (درست یا غلط) جا زدن بلبرینگ با فشار روی شافتی که قطر آن بیشتر از قطر داخلی بلبرینگ است موجب ترک‌خوردگی ساچمه‌رو بلبرینگ می‌شود.

۵. (درست یا غلط) شل شدن بیش از حد اتصال بین شافت و سطح داخلی بلبرینگ، مشکل جدی به شمار نمی‌رود.

۶. (درست یا غلط) بسیاری از خرابیهای بلبرینگ ناشی از آسیب دیدن بلبرینگ در حین نصب است.

۷. علل خرابی ناشی از ناهمراستایی را نام ببرید.

۸. (درست یا غلط) زیاد بودن بار اولیه می‌تواند موجب خستگی یا ترک‌خوردگی بلبرینگ شود.

۹

تسمه و زنجیر



مقدمه

تسمه و زنجیر، اجزای قابل انعطاف سیستم انتقال قدرت به شمار می‌روند. این اجزا نسبت به سایر وسایل انتقال قدرت از مزایای زیر برخوردارند:

- برای فواصل بین‌مرکزی نسبتاً بزرگ مناسب‌اند
- تسمه‌ها، جذب‌کنندهٔ ارتعاشات و ضربه‌اند
- تسمه‌ها می‌توانند بی‌صدا باشند
- در صورت نگهداری صحیح، عمر مفید طولانی دارند (معمولاً عمر مفید آنها از سایر وسایل طولانیتر نیست).

تسمه‌های ذوزنقه‌ای

تسمه‌ها بر اثر آسیب‌دیدگی ممکن است دچار سایش شوند یا بر اثر وجود نقص در مواد به کارگرفته شده ممکن است زود خراب شوند.

خرابی یا پاره شدن تسمه ناشی از موارد زیر است:

- ترک‌خوردگی
- گسیختگی
- پارگی
- سوختن
- کنده شدن
- سایش
- خرابی نخ داخل تسمه
- بریدگی
- جدا شدن، ساییدگی، جویده‌شدن

ترک‌خوردگی

چنانچه تسمه فقط برای مدت کوتاهی کار کرده باشد، وجود ترکهای عرضی روی سطح زیری آن، در صورتی که دچار سایش جانبی نبوده و یا سایش کمی داشته باشد، نشان‌دهندهٔ خرابی آن است. در مورد تسمه‌هایی که برای مدت طولانی تحت بار سبک کار می‌کنند، این خرابی متداول است.



شکل ۱.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲.

این نوع ترک‌خوردگی غالباً ناشی از لغزش تسمه است و بر اثر ایجاد حرارت و سخت شدن تدریجی یا حرکت تسمه بر روی شیارهای بسیار کوچک به وجود می‌آید. این نوع خرابی همچنین در مورد تسمه‌هایی که مدت طولانی کار می‌کنند، متداول است.

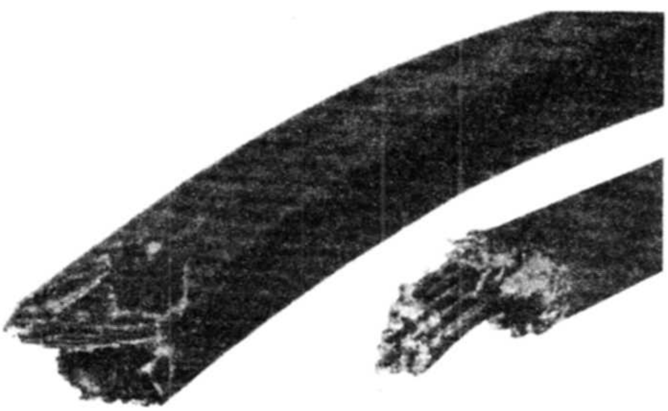
توصیه : تعویض کنید.

گسیختگی

گسیختگی بافت این تسمه می‌تواند ناشی از حرکت تسمه بر روی چرخ تسمه‌های شدیداً فرسوده، کشش بیش از حد که موجب فرو رفتن تسمه درون شیارها می‌شود، یا افتادن اشیا بر روی چرخ تسمه در هنگام چرخیدن آن باشد.



شکل ۳.



شکل ۴.

در این شکل، تسمه کشیده و پاره شده است. علت این امر می‌تواند بار ضربه‌ای شدید، قرار گرفتن چرخ تسمهٔ محرک زیر بار ضربه‌ای شدید یا بیرون آمدن تسمه از چرخ تسمهٔ محرک باشد.

توصیه : تعویض کنید.



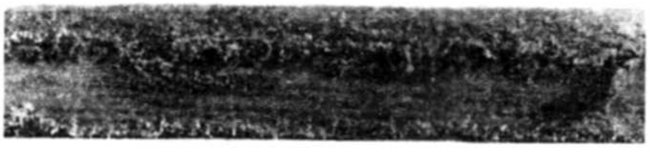
شکل ۵.

در این شکل، گسیختگی لایه‌های تسمه نشان داده شده است. علل احتمالی عبارت‌اند از آسیب ناشی از وجود مواد خارجی یا کشش بیش از حد تسمه.

توصیه : تعویض کنید.

پارگی

پارگی روکش این تسمه، نمونه‌ای از آسیب‌دیدگی تسمه بر اثر تماس ناگهانی با برخی از قطعات ماشین است. در بسیاری از موارد یا این نوع خرابی از شل بودن تسمه هنگام حرکت و در نتیجه پرتاب بر اثر نیروی گریز از مرکز و اصطکاک با قطعات ماشین ناشی می‌شود.



شکل ۶.

توصیه : تعویض کنید.

سوختن

سوختگی لبه‌ها و ته این تسمه ناشی از لغزش تسمه تحت بار در حالت واماندن یا هنگام استارت زدن است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۷.

در این شکل، سوختگی تسمه بر اثر چرخش مشاهده می‌شود. فلکهٔ متحرک بر اثر بارگذاری بیش از حد یا کشش نادرست تسمه دچار واماندگی شده و با ادامهٔ حرکت چرخ تسمه، تسمه دچار سوختگی شده است.



شکل ۸.

توصیه : تعویض کنید.

کنده شدن

بجز لبهٔ کنده شده، دورتادور تسمهٔ زیر سالم است. این آسیب ناشی از خرابی چرخ تسمه یا برخورد با برخی از قطعات ماشین است.



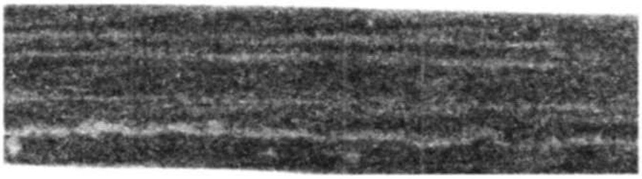
شکل ۹.

توصیه : تعویض کنید.


شکل ۱۰.

این خرابی بر اثر کنده شدن بروز کرده است. بار ضربه‌ای در هنگام آسیب‌دیدگی تسمه موجب گسیختگی یا ضعیف شدن تسمه و در نتیجه پارگی آن شده است.

توصیه : تعویض کنید.


شکل ۱۱.

در این تسمه علامت کنده شدن بر روی مرکز داخلی تسمه مشاهده می‌شود و روکش شروع به پوسته شدن کرده است. این مسئله نشان می‌دهد که تسمه هنگام کار با مواد خارجی تماس پیدا کرده و آسیب دیده است.

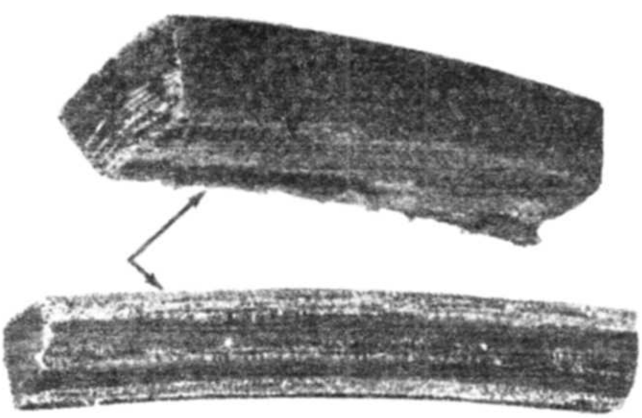
توصیه : تعویض کنید.

سایش


شکل ۱۲.

سایش شدید این تسمه ناشی از کارکرد طولانی‌مدت بدون برخورداری از کشش کافی است. لبه‌ها در دورتادور تسمه ساییده و کمی سوخته‌اند.

توصیه : تعویض کنید.


شکل ۱۳.

سایش شدید در گوشه‌ها و سطح این تسمه نشان می‌دهد که تسمه با مانعی اصطکاک داشته است.

توصیه : تعویض کنید.

دو طرف این تسمه بر اثر لغزش مداوم ساییده شده‌اند. احتمالاً میزان کشش تسمه نامناسب بوده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۴.

الگوی سایش شدید در گوشهٔ بالا و پایین این تسمه نشان‌دهندهٔ اصطکاک تسمه با مانع بوده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۵.

این سایش ناشی از همراستایی فلکهٔ محرک است. توجه کنید که چگونه هر دو لایه بر روی یک دیواره کاملاً ساییده شده‌اند، در حالی که سمت دیگر تسمه، سایش عادی را نشان می‌دهد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۶.

خرابی نخ داخل تسمه

این تسمه بیش از حد کشیده شده و نخهای داخل آن پاره شده‌اند و در نتیجه دچار خرابی زودرس شده است. این تسمه هنگام نصب، زمانی که بر روی فلنج چرخ تسمه پیچیده شده آسیب دیده است، زیرا آن را شل نکرده‌اند.



شکل ۱۷.

توصیه : تعویض کنید.

بریدگی

بریدگی ته این تسمه می‌تواند ناشی از حرکت بر روی چرخ تسمه و خارج شدن آن از محل خود، افتادن مواد خارجی در شیار چرخ تسمه و بیرون انداختن تسمه، یا نصب تسمه با فشار بدون شل کردن باشد.



شکل ۱۸.

توصیه : تعویض کنید.

بریدگی گوشهٔ این تسمه ناشی از تماس یک شیء نوک‌تیز با تسمه در هنگام کار است.



شکل ۱۹.

توصیه : تعویض کنید.

این تسمه بر اثر خارج شدن از شیار در هنگام کار آسیب دیده است. توجه کنید که قسمت بزرگی از تسمه در امتداد لبهٔ داخلی پایین آن بریده شده است. قسمت بریده شده نشان‌دهندهٔ این است که تسمه هنگام خارج شدن از شیار چرخ تسمه، خیلی سفت بوده است.

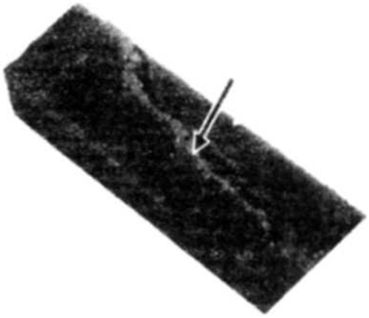


شکل ۲۰.

توصیه : تعویض کنید.

جدا شدن، ساییدگی، جویده شدن

روکش خارجی قسمت داخلی این تسمه شروع به پوسته شدن کرده است. این نوع آسیب می‌تواند هنگام نصب یا تعمیر، خارج شدن تسمه از شیار چرخ تسمه بر اثر ناهمراستایی یا تنظیم نادرست اتفاق بیفتد.



شکل ۲۱.

توصیه : تعویض کنید.

آغاز ساییدگی روکش داخلی این تسمه نشان‌دهندهٔ این است که ته این تسمه درون شیار، با مواد خارجی نظیر گل یا آشغال در تماس بوده یا شیار چرخ تسمه از علف پر شده است.



شکل ۲۲.

توصیه : تعویض کنید.

وضعیت این تسمه نشان می‌دهد که مواد خارجی وارد مسیر حرکت تسمه شده، روکش آن را جویده و موجب تابیدن تسمه در شیار شده است. سایش قسمت پایینی تسمه نشان می‌دهد که تسمه در وضعیت وارونه در شیار حرکت کرده است. این الگوی برش نامرتب می‌تواند هنگام تابیدن تسمه در شیار اتفاق بیفتد.



شکل ۲۳.

توصیه : تعویض کنید.

تسمه‌های ذوزنقه‌ای راه‌راه

تسمه‌های ذوزنقه‌ای راه‌راه به منظور حل مشکلات دردسرآفرین در محرکهایی که در آنها تسمه بالاکشیده شده، در شیار می‌تابد یا از آن خارج می‌شود، ساخته شده‌اند.

تسمه‌های ذوزنقه‌ای راه‌راه روی چرخ تسمه باقی مانده و از اتلاف وقت به علت خوابیدن ماشین و نیز هزینهٔ تعمیرات مربوط به نصب مجدد تسمه بر روی چرخ تسمه جلوگیری می‌کنند. این تسمه‌ها شامل چند تسمهٔ ذوزنقه‌ای هستند که به‌صورت دائمی به‌وسیلهٔ یک اتصال به یکدیگر جوش خورده‌اند تا احتمال تابیدن یا خروج تسمه از اشیاء به حداقل برسد.

با وجود این؛ تسمه‌های ذوزنقه‌ای راه‌راه دارای مشکلات سایشی منحصر به فرد هستند.

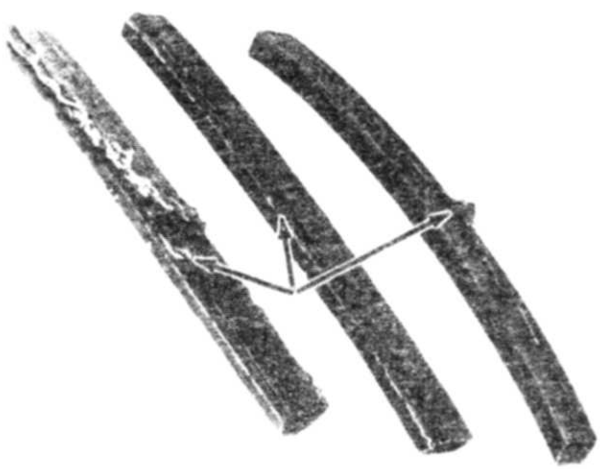


شکل ۲۴.

حرکت در خارج از شیار چرخ تسمه

ناهمراستایی احتمالی، کم بودن کشش یا وجود مواد خارجی موجب می‌شود تا یک رشته از تسمه با فشار از شیار خارج شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۵.

حرکت در خارج از شیار چرخ تسمه یک علت احتمالی جدا شدن تسمه‌ها از یکدیگر است.

توصیه : تعویض کنید.

ترک‌خوردگی ته تسمه‌ها

تسمه‌ها بر اثر حرکت بر روی چرخ تسمه‌های بسیار کوچک، ایجاد حرارت ناشی از لغزش و سخت شدن تدریجی لایهٔ زیرین یا کارکرد طولانی‌مدت دچار ترک‌خوردگی می‌شوند.

توصیه : تعویض کنید.

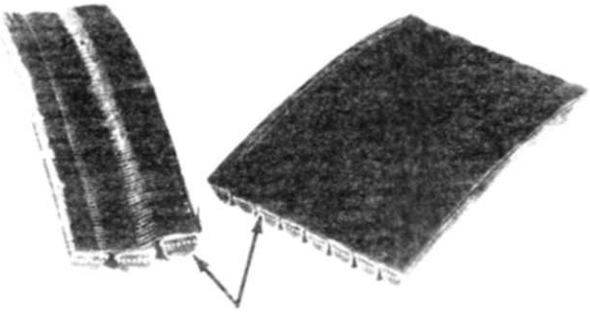


شکل ۲۶.

سایدگی یا آسیب بالای تسمه

این آسیب از تداخل مانع موجود در ماشین با عملکرد عادی تسمه ناشی می‌شود.

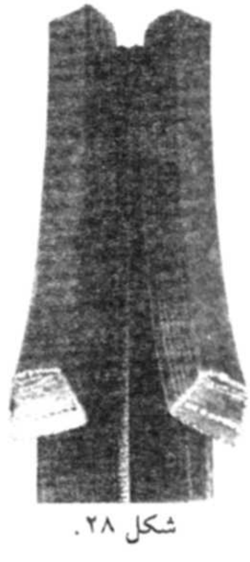
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۷.

جدایش لایه‌های تسمه

سایش مسیر حرکت تسمه احتمالاً موجب بروز این آسیب شده است.



شکل ۲۸.

پوسته شدن یا سوراخ شدن سر تسمه

جمع شدن آشغال و مواد زاید بین تسمه‌ها موجب بروز این آسیب شده است.

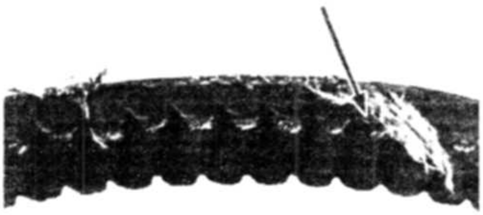
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۹.

تسمه‌های ذوزنقه‌ای خاص

تصاویر مقابل مربوط به خرابی تسمه‌های ذوزنقه‌ای در سیستم انتقال قدرت ماشینهای مخصوص حرکت روی برف (اسنوموبیل) است.



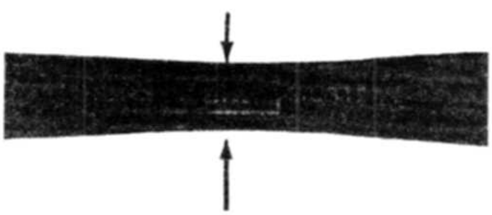
شکل ۳۰.

لبه‌های نخ‌زده

اگر تسمهٔ محرک به سرعت ساییده شده و لبه‌های آن نخ‌نما شوند، نشانهٔ ناهمراستایی لایه‌های تسمه است.

پیچهای دسته موتور ممکن است شل شده و باعث تاب خوردن موتور و ناهمراستایی تسمه شوند.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۱.

باریک شدن در یک قسمت

اگر تسمهٔ محرک در یک قسمت به صورت نوار باریک دچار سایش شود نشان‌دهندهٔ لغزش بیش از حد بر اثر چسبیدگی یا یخ زدن زنجیر است. در صورت مشاهدهٔ چندین قسمت فرسودهٔ باریک احتمال بالا بودن بیش از حد دور در جای موتور نیز وجود دارد.

توصیه : تعویض کنید.

پاره شدن تسمهٔ محرک

پارگی تسمهٔ محرک می‌تواند ناشی از ناهمراستایی تسمه، استفاده از تسمهٔ نامناسب یا وجود روغن بر روی سطوح شیار چرخ تسمه باشد. در صورت شدید بودن ناهمراستایی، تسمهٔ محرک در دور بالا می‌تابد و در نتیجه پاره می‌شود.

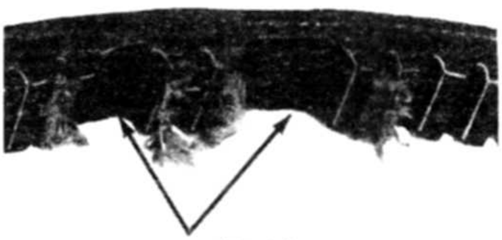


شکل ۳۲.

توصیه : تعویض کنید.

تسمهٔ محرک با دندانه‌های بریده

تسمهٔ محرکی که دندانه‌های آن بریده باشند می‌تواند نشان‌دهندهٔ درگیری شدید چرخ تسمهٔ محرک بر اثر چسبندگی، یا نصب نادرست اجزای چرخ تسمهٔ محرک باشد. این مورد نمونه‌ای از خستگی در تسمه‌های محرک است.



شکل ۳۳.

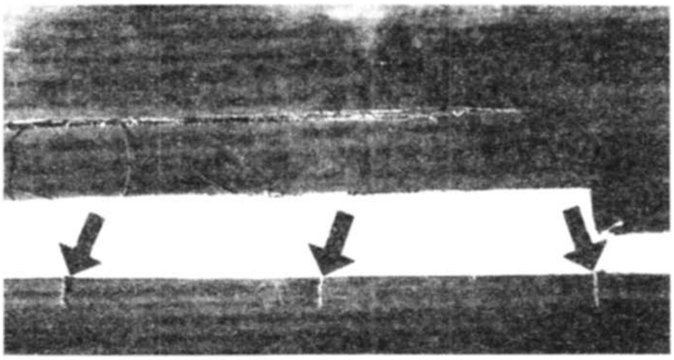
توصیه : تعویض کنید.

تسمه‌های پهن

سایش متداول تسمه‌های پهن در تصاویر زیر مشاهده می‌شود.

پارگی تسمهٔ پهن

ناهمراستایی فلکه موجب بالا رفتن تسمهٔ پهن از سر داخلی فلکهٔ محرک موتور و پارگی لبهٔ تسمه می‌شود. یکی از این پارگیها احتمالاً موجب پارگی سراسری تسمه می‌شود.

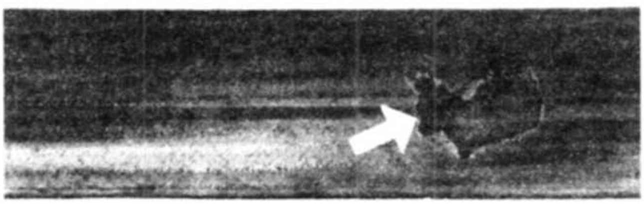


شکل ۳۴.

توصیه : تعویض کنید.

سوختگی تسمهٔ پهن

ظاهر صیقلی و منطقهٔ سوخته ناشی از شل بودن بیش از حد تسمهٔ محرک هنگام کار است. به شکاف لبهٔ تسمه توجه کنید. در این محل تسمه روی فلنج فلکهٔ محرک لغزیده و موجب لغزش و سوختن قسمت وسط شده است.



شکل ۳۵.

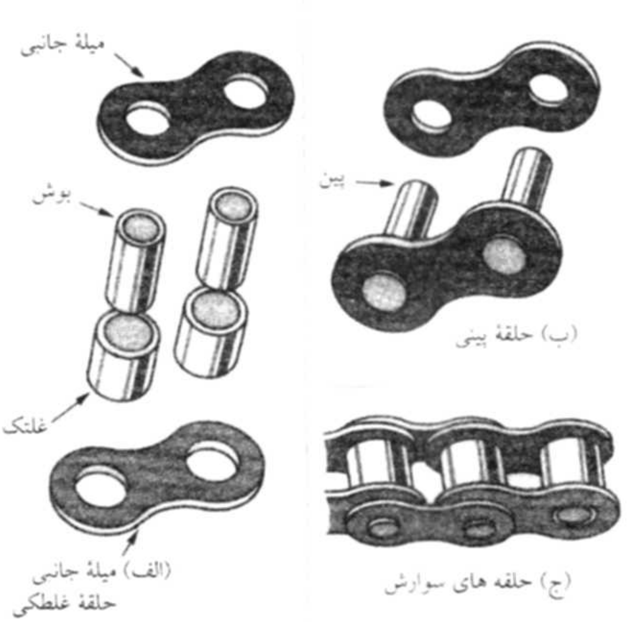
توصیه : تعویض کنید.

زنجیرها

اگرچه این قسمت به زنجیر غلتکی مربوط است، اما خواننده باید از این نکته آگاه باشد که زنجیر غلتکی تنها یک نمونه از شش نوع اصلی زنجیرهای دقیق به شمار می‌رود. تصویر هر شش نمونه در صفحهٔ بعد مشاهده می‌شود.

اطلاعات مربوط به جلوگیری از فرسایش که در این بخش به آن پرداخته می‌شود، در مورد تمام زنجیرها صدق می‌کند.[1]

زنجیر غلتکی استاندارد به صورت یک در میان دارای حلقه‌های غلتکی و پین است. هر حلقهٔ غلتکی شامل دو میلهٔ جانبی، دو بوش (غلاف اتصال) و دو غلتک است. هر حلقهٔ پینی شامل دو میلهٔ جانبی و دو پین است. در زنجیر غلتکی با اتصال دو خم از حلقه‌هایی استفاده شده که در آن حلقهٔ غلتکی و حلقهٔ پینی با یکدیگر ترکیب شده‌اند.



شکل ۳۶.



شکل ۳۷.

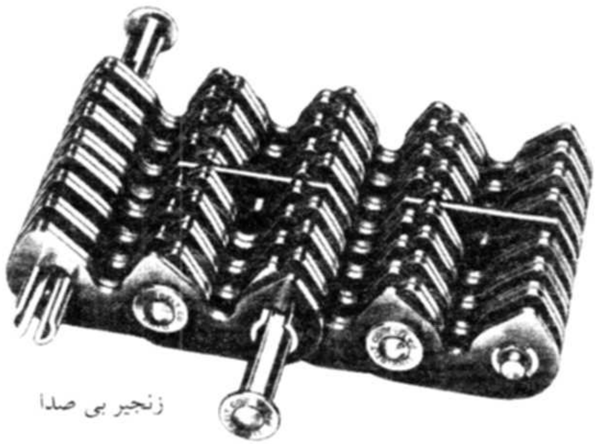
---

۱. درکتاب تعمیر و نگهداری تسمه و زنجیر از انتشارات شرکت انتشارات فنی ایران توصیف و کاربرد انواع اصلی زنجیر آمده است.

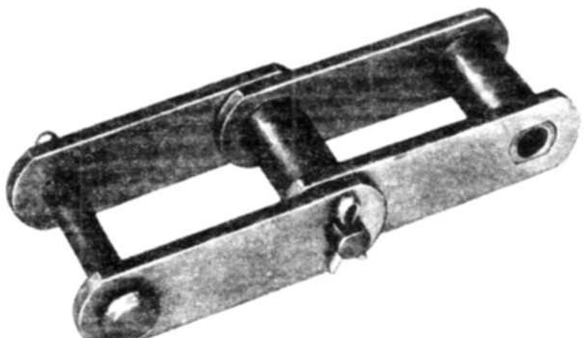


زنجیر غلتکی

شکل ۳۸ الف .

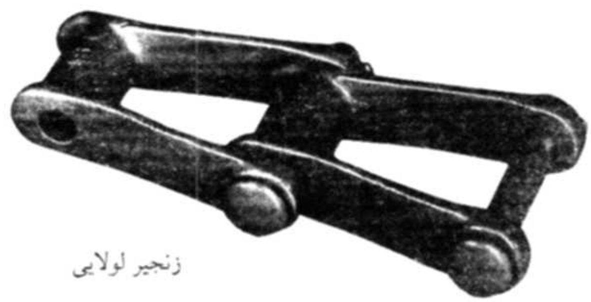


زنجیر بی صدا



زنجیر بدون غلتک

شکل ۳۸ ب .

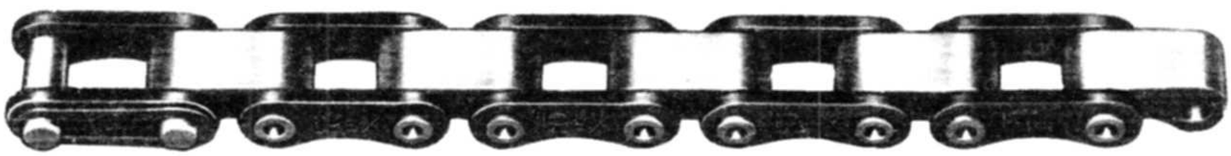


زنجیر لولایی



زنجیر با اتصال قابل انفصال

شکل ۳۸ ج.



زنجیر قرقره‌دار

شکل ۳۸ د .

تمام زنجیرها تا زمان رسیدن به محدودهٔ مجاز سایش کار می‌کنند و سپس می‌شکنند. عوامل زیادی به سایش زنجیر کمک می‌کنند که عبارت‌اند از:

- **وجود مواد ساینده در محیط**
- **سرعت بیش از حد محرک زنجیری**
- **بارگذاری بیش از حد بر روی محرک زنجیری**
- **ناهمراستایی از اجزای محرک**

احتمالاً **دو علت عمدهٔ** سایش زنجیر عبارت‌اند از:

- **فقدان روغنکاری**
- **تنظیم نادرست**

فقدان روغنکاری

فقدان روغنکاری موجب زنگ‌زدگی و پوسته شدن و در نتیجه تضعیف زنجیر بر اثر سایش پینها و بوشها (غلافهای اتصال) خواهد شد.

توصیه : در صورت وجود زنگ‌زدگی و پوسته شدن به میزان کم، زنجیر را تمیز و روغنکاری کنید و مجدداً مورد استفاده قرار دهید.



زنجیر با روکش کادمیم (زنگ زده)



زنجیر فولادی زنگ نزن (تغیر رنگ بر اثر رنگ زدگی)



زنجیر فولادی زنگ نزن (زنگ نزده)

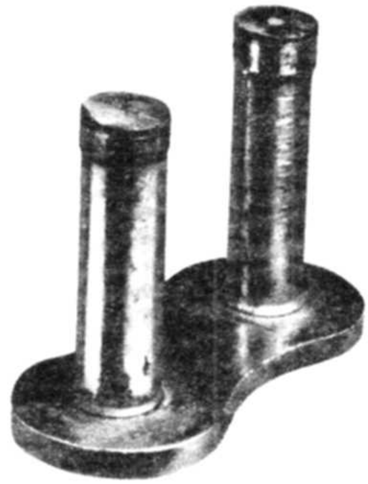


زنجیر استاندارد (زنگ زدگی شدید)

شکل ۳۹.

سایش پینهای این حلقه، ناشی از فقدان روغنکاری است.

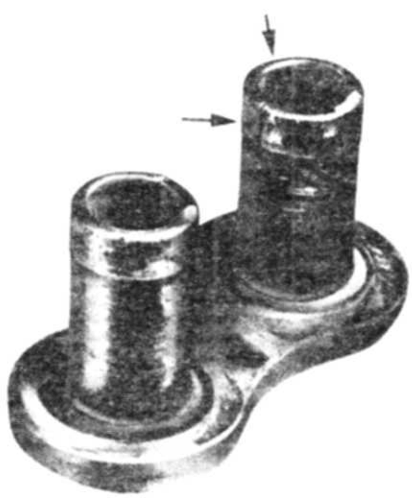
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۰.

سایش غلتکها و بوشها (غلافهای اتصال) که با علامت پیکان مشخص شده، ناشی از فقدان روغنکاری است.

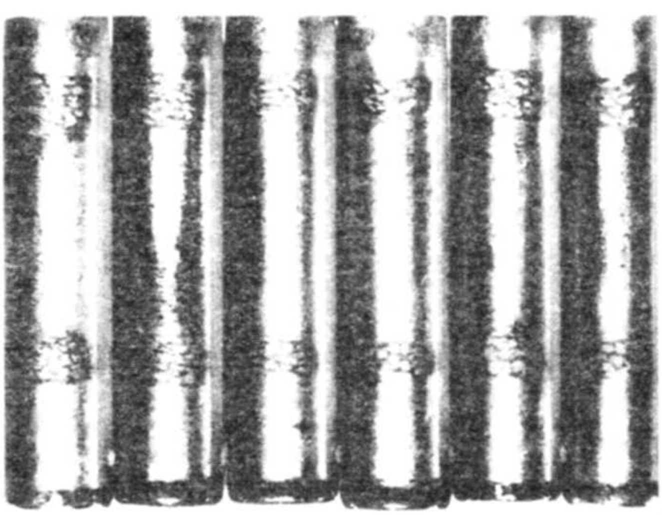
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۱.

فقدان روغنکاری همچنین می‌تواند موجب اصطکاک شود، مانند پینهای زنجیری که در تصویر مقابل مشاهده می‌شود. با چرخش زنجیر حول چرخ زنجیرها، اصطکاک باعث جدا شدن ذرات فلز خواهد شد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۴۲.

تنظیم نادرست

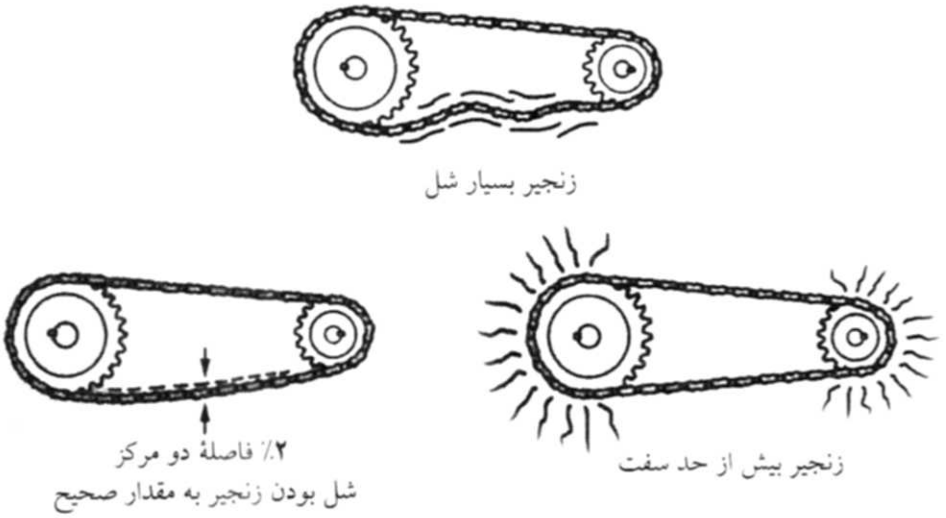
طول زنجیرها در هنگام کار افزایش می‌یابد. این پدیده عادی است زیرا سطوح تکیه‌گاهی پین و بوش ساییده می‌شوند. این نوع سایش هنگامی رخ می‌دهد که زنجیر زیر بار، دور چرخ زنجیرها می‌چرخد. باید از شل شدن ناشی از این افزایش طول جلوگیری کرد تا زنجیر از چرخ زنجیر خارج نشود.

برای آگاهی از مراحل تنظیم صحیح هر محرک زنجیری به راهنمای ماشین مورد نظر رجوع کنید.

اتصال زنجیری که میزان شل‌شدگی آن مناسب است، در حین هر دور گردش فقط دو بار زیر بار خم می‌شود: ۱) زمانی که از چرخ زنجیر متحرک جدا می‌شود و ۲) هنگامی که وارد چرخ زنجیر محرک می‌شود.

هنگامی که زنجیر شل نباشد، هر حلقه، هر بار که وارد شیار چرخ زنجیر می‌شود و آن را ترک می‌کند، خم می‌شود. زنجیری که بیش از حد سفت است، موجب تسریع فرسایش عادی می‌شود.

هنگامی که زنجیر بیش از حد شل باشد، حرکت تند و سریع و ضربه‌ای دارد و بالاخره از چرخ زنجیر خارج می‌شود.

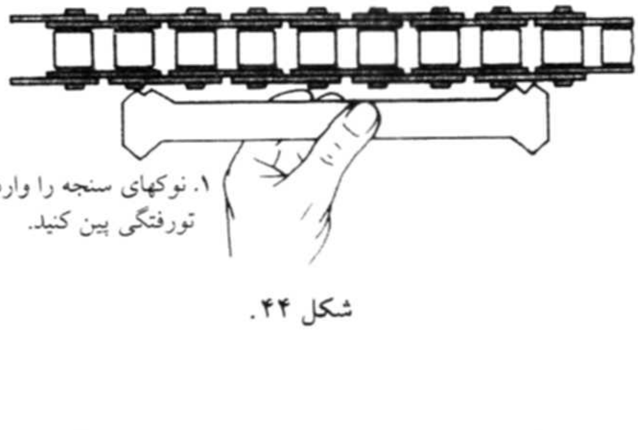


شکل ۴۳.

اندازه‌گیری میزان سایش زنجیر

برای کنترل سایش برخی از زنجیرها سنجه‌های خاصی مورد نیاز است. زمانی که هر دو نوک وارد تورفتگی پین شوند، زنجیر فرسوده شده است.

سایش زنجیر غلتکی تک‌گام را می‌توان از طریق اندازه‌گیری زنجیر کهنه و مقایسهٔ آن با نتیجهٔ حاصل از اندازه‌گیری زنجیر نو تعیین کرد. اگر میزان اندازه‌گیری با زنجیر نو ۳٪ اختلاف داشته باشد، باید زنجیر کهنه را عوض کرد.



شکل ۴۴.

خودآزمایی

پرسش

۱. (درست یا نادرست) ترک‌خوردگی تسمه‌هایی که مدت زیادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، خرابی عادی محسوب می‌شود.

۲. یک علت پاره شدن تسمه را بیان کنید (در متن سه علت ذکر شده است).

۳. علت پارگی روکش تسمه چیست؟

۴. علت سوختن تسمه چیست؟

۵. علت بریدگی روکش داخلی تسمه چیست؟

۶. علل ساییدگی روکش داخلی تسمه چیست؟

۷. علل اصطکاک یا جدا شدن ذرات فلزی از زنجیر چیست؟

۸. (درست یا نادرست) هنگامی که زنجیر به طور صحیح تنظیم شود، نباید هیچ گونه شل‌شدگی در محرک زنجیری مشاهده شود.

۱۰

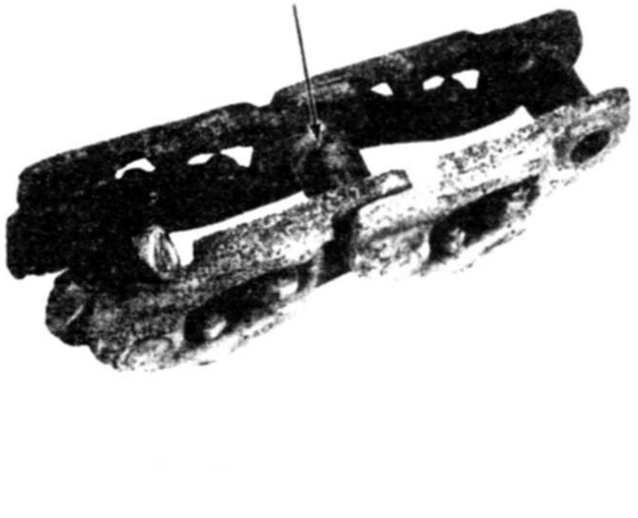
زنجیر و لاستیک



زنجیر شِنی

این فصل به خرابی اجزای زیربندی زنجیر می‌پردازد که عبارت‌اند از:

- حلقه‌ها
- پینها و بوشها
- چرخ‌زنجیرها
- غلتکها



شکل ۱.

حلقه‌ها

اگر برجستگی روی پین با فلنج غلتک تماس داشته باشد، موجب سایش حلقه و فلنج غلتک می‌شود. سایش شدید موجب شل شدن و افتادن پینها خواهد شد.

شل شدن قطعات بین حلقه و کفشکها نیز موجب سایش حلقه‌ها و بزرگ شدن سوراخهای پیچ می‌شود.

توصیه: تعویض کنید.

پینها و بوشها

سایش کامل بوش ناشی از عدم چرخش پس از سایش یک طرف است. این مسئله نشان می‌دهد که یکی از بوشها کاملاً شکسته و دیگری هنوز نشکسته است (سمت راست).



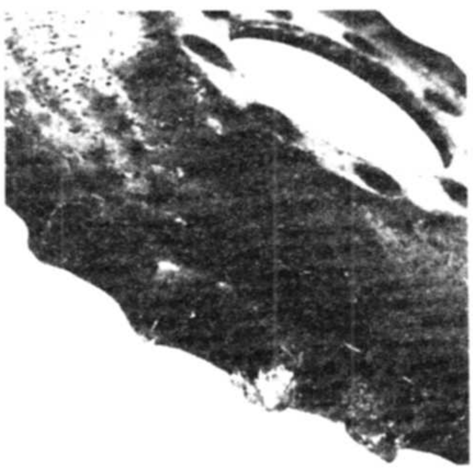
شکل ۲.

توصیه : تعویض کنید.

چرخ زنجیرها

سایش چرخ‌زنجیرها به بارگذاری، وضعیت زمین، سایندگی و میزان رطوبت خاک بستگی دارد. اگر گام زنجیر و گام چرخ زنجیر یکسان باشد، سایش چرخ زنجیر، مانند تمام قطعات نو، کُند و یکنواخت خواهد بود.

اگر چرخ زنجیر از آشغال یا گل پر شود، دندانه‌های آن بر اثر عدم تطابق گامهای زنجیر و چرخ زنجیر، ساییده خواهند شد. همچنین بر اثر افزایش اندازهٔ گام زنجیر که ناشی از سایش پین و بوش است، بوش بالاتر از دندانه‌های چرخ زنجیر قرار می‌گیرد و از آن خارج می‌شود و در نتیجه دندانه‌های چرخ زنجیر فرسوده می‌شوند.

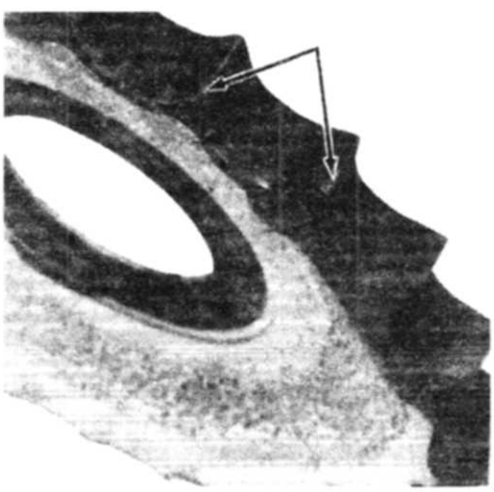


شکل ۳.

توصیه : تعویض کنید.

در این چرخ زنجیر سایش شدید مشاهده می‌شود. سایش یکنواخت در سرتاسر چرخ زنجیر نشان می‌دهد که احتمالاً چرخ زنجیر وارونه (معکوس) بوده است. وجود براده در دندانه‌ها نشان می‌دهد که چرخ زنجیر به غلتک عقب یا سنگی که در قاب زنجیر گیر کرده، ضربه زده است.

چرخ زنجیر و سایر قطعات زنجیر هنگام حرکت با دنده عقب یا حرکت در سربالایی و ناهمراستایی، سریعتر فرسوده می‌شوند. هنگامی که بوشها روی پایهٔ دندانه‌های چرخ زنجیر یا از یک طرف به طرف دیگر می‌لغزند موجب سایش پایهٔ چرخ زنجیر می‌شوند. اگر بوشها شل باشند، در حالی که وارد چرخ زنجیر شده و از آن خارج می‌شوند، موجب بروز سایش چرخشی خواهند شد.



شکل ۴.

توصیه : تعویض کنید.

غلتکها

غلتکها از طرف داخل یا خارج دچار سایش می‌شوند. اجزای غلتک داخلی به صورت دائمی آب‌بندی و روغنکاری می‌شوند و عمر مفید آنها به اندازهٔ عمر مفید غلتک است، اما حرکت در سربالایی یا پارک کردن بر روی سراشیبی به صورت کج، موجب وارد شدن فشار بر روی کاسه‌نمدها شده و مقداری از روغن هدر می‌رود.

بارگذاری سنگین بر روی فلنج، بر اثر حرکت در سربالایی موجب سایش می‌شود. بر اثر اصطکاک بین حلقه‌ها و آج غلتک، آج فرسوده می‌شود. این امر نشان‌دهندهٔ سایش شدید آج و آسیب حاصل از وارد آمدن ضربه است (پیکان بزرگ). فلنج بالایی نیز احتمالاً بر اثر حرکت در سربالایی یا ناهمراستایی زنجیر، باریکتر می‌شود (پیکان کوچک).

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۵.

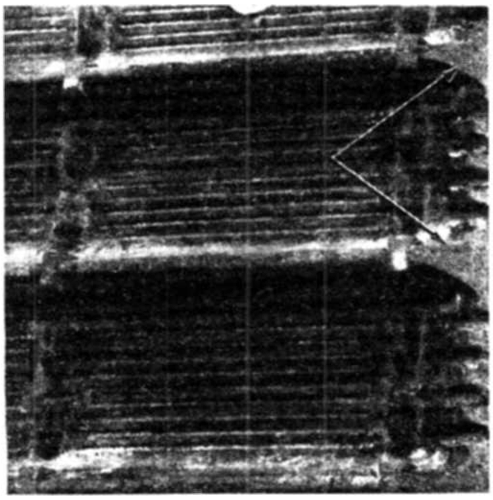
سایش شدید این غلتک نقاله ناشی از ناهمراستایی زنجیر، حرکت در سربالایی یا خمیدگی شافت است.



شکل ۶.

زنجیرهای خاص

بخش زیر به زنجیرهای مخصوص حرکت بر روی برف می‌پردازد:

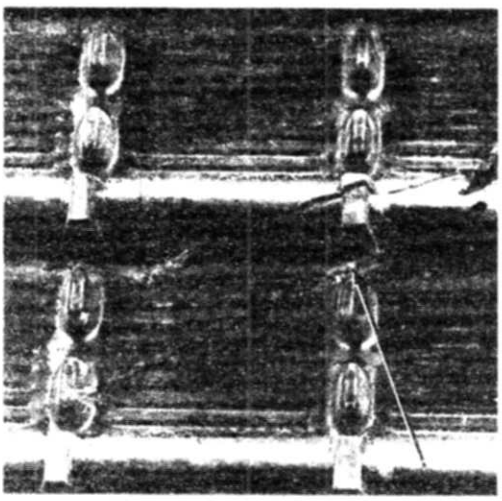


شکل ۷.

آسیب کابل و لبه

هر زنجیر دارای دو کابل فولادی به هم تابیده است. در صورت آسیب‌دیدگی کامل لبه، ممکن است بخشی از آنها پاره شده یا کاملاً ساییده شوند. این نوع آسیب در اغلب موارد ناشی از یک ور شدن اسنوموبیل به منظور پاک کردن زنجیر از برف یا تماس زنجیر با سطح ساینده است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۸.

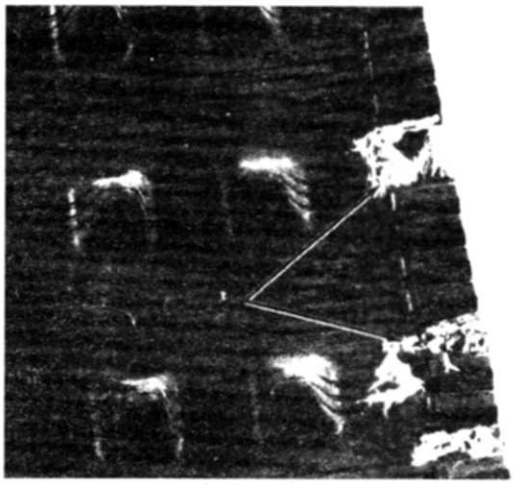
آسیب ناشی از ضربه یا برخورد با مانع

بریدگیها، چاکها و قلوه‌کن شدن واضح سطح زنجیر ناشی از وجود موانعی نظیر شیشهٔ شکسته، سنگهای نوک‌تیز یا قطعات فولادی درون خاک است. این مشکل اغلب هنگام گاز دادن سریع یا لیز خوردن از بغل بر روی اشیای خارجی رخ می‌دهد.

توصیه : تعویض کنید.

آسیب ناشی از وارد شدن ضربه به لبهٔ زنجیر بر اثر رانندگی دائم بر روی زمین ناهموار، یخ‌زده و یا بر روی یخ روی می‌دهد. ناکافی بودن کشش زنجیر موجب می‌شود به نگهدارندهٔ زنجیر ضربه وارد کند و احتمالاً باعث بروز آسیب ناشی از ضربه شود.

توصیه : تعویض کنید.

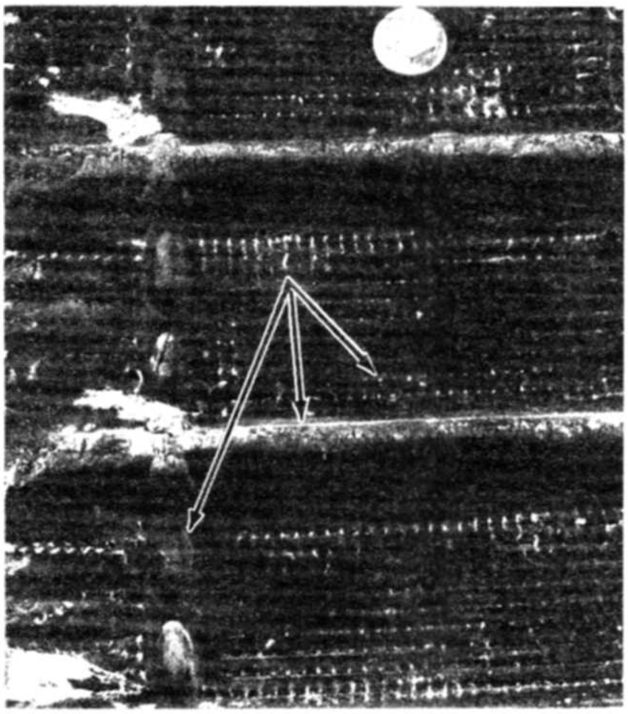


شکل ۹.

آسیب سطح رویی

سایش شدید سطح رویی زنجیر یا میله‌ها ناشی از رانندگی بر روی زمینهای بسیار ناهموار یا خشک، نظیر زمینهایی که از برف پوشیده شده، تقاطع خطوط آهن و بزرگراهها، و جاده‌های شنی است.

توصیه : تعویض کنید.

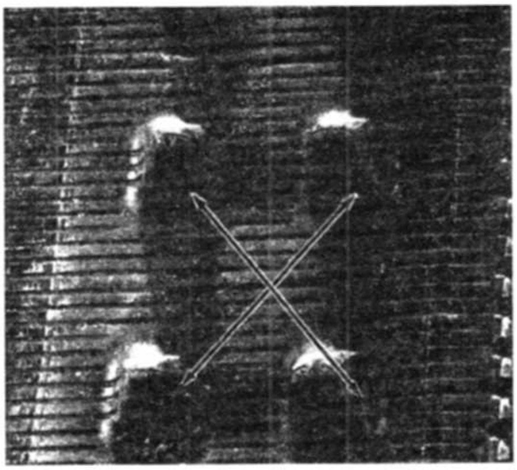


شکل ۱۰.

آسیب بست

آسیب وارد بر طرفین یا لبه‌های عقب، معمولاً ناشی از فقدان روغنکاری و کشش بیش از حد زنجیر است.

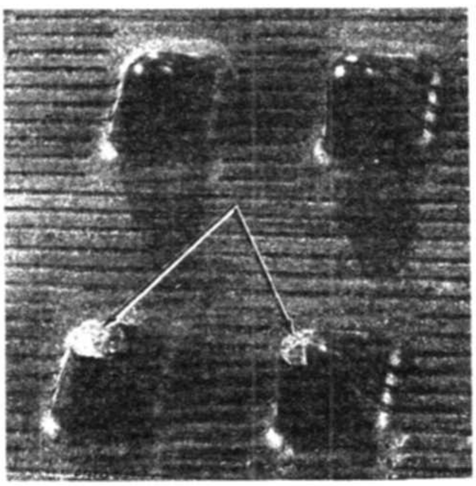
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۱.

آسیب وارد بر گیرهٔ بست ناشی از کافی نبودن کشش زنجیر، کشیدن بار خیلی زیاد، گاز دادن سریع به صورت مداوم و طولانی‌مدت است.

توصیه : تعویض کنید.

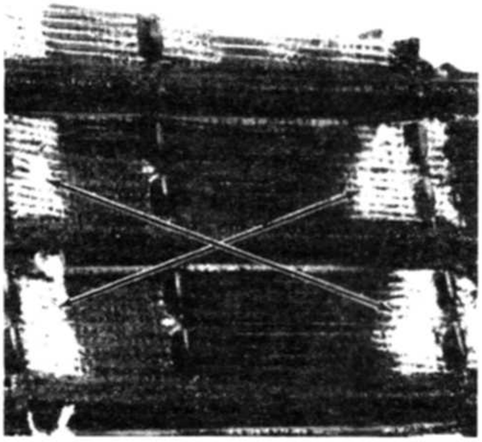


شکل ۱۲.

آسیب ناشی از کشش زنجیر

محکم کردن بیش از حد زنجیر باعث می‌شود تا سه چرخ هرزگرد عقب، بیش از حد به طرف زنجیر فشار داده شوند. این مسئله باعث شکسته شدن روکش سطح لاستیکی و ریش‌ریش شدن سطح رویی بر اثر فشار چرخ هرزگرد عقب می‌شود.

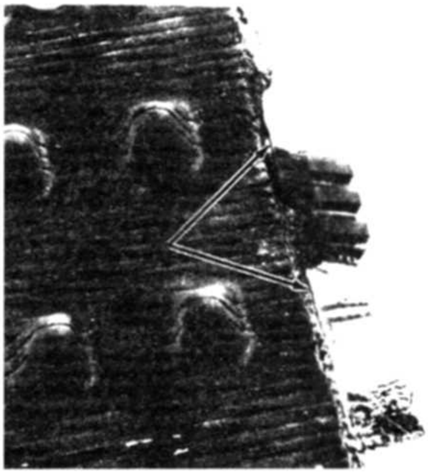
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۳.

رانندگی در حالی که زنجیر بیش از حد شل شده باشد، موجب خمیدگی لبهٔ خارجی خواهد شد. امکان مشاهدهٔ سایش روی بست محرک نیز وجود دارد. وزن زیاد بدون برخورداری از سیستم مقاوم تعلیق عقب نیز می‌تواند موجب خمیدگی زنجیر و شکسته شدن لبهٔ آن شود.

توصیه : تعویض کنید.

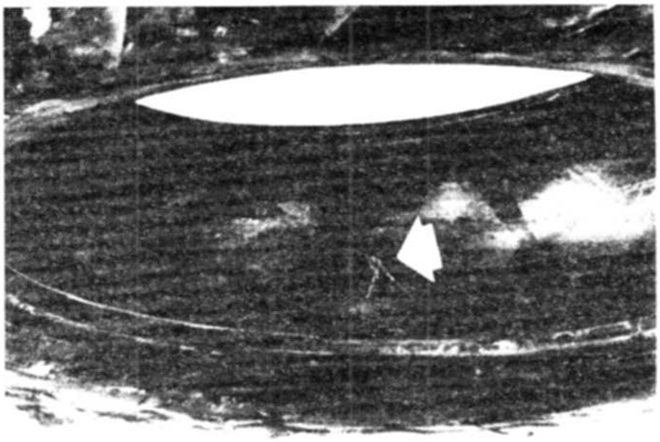


شکل ۱۴.

لاستیک

این بخش به توصیف خرابیهای زیر می‌پردازد:

- **ترک روی سطح لاستیک**
- **ترک‌خوردگیهای لاستیک**
- **سایش**
- **صاف شدن آج لاستیک**
- **برشهای جانبی و آج**

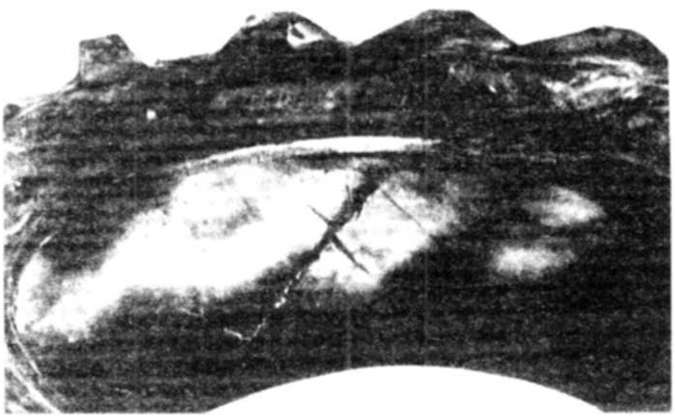


شکل ۱۵.

ترک روی سطح لاستیک

ترک جزئی روی سطح لاستیک قابل تعمیر است.

توصیه: تعمیر و مجدداً استفاده کنید.



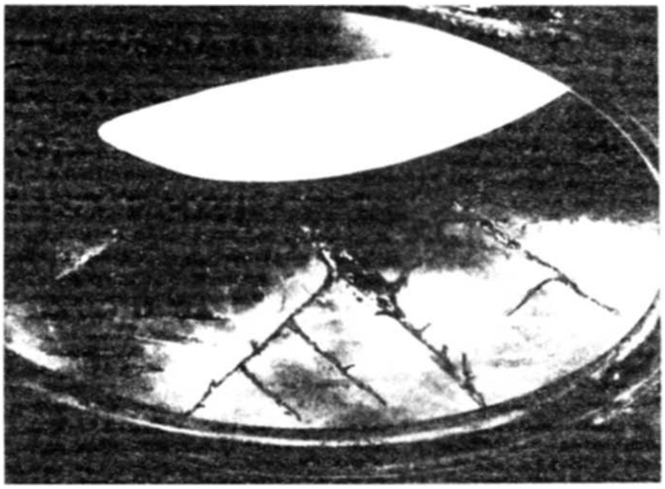
شکل ۱۶.

بیشتر ترک‌خوردگیهای روی سطح لاستیک ناشی از برخورد با اشیایی است که ضربهٔ شدیدی به سطح لاستیک وارد می‌کنند.

توصیه: تعویض کنید.

اگر ضربه در حالتی وارد شود که سرعت زیاد است، یا لاستیکها بیش از حد باد شده باشد، فشار وارد بر لاستیک بیشتر خواهد بود. در صورتی که فشار باد لاستیک زیاد باشد، آسیب وارد بر لاستیک، بعدها منجر به ترک‌خوردگی ضربدری یا مورب می‌شود و احتمالاً از یک لبه تا لبهٔ دیگر امتداد می‌یابد.

حتی اگر باد لاستیک به اندازه باشد، وارد شدن ضربهٔ موضعی شدید، مانند برخورد به سنگ نوک‌تیز یا کُندهٔ درخت، می‌تواند سبب پارگی نخ لاستیک شود.

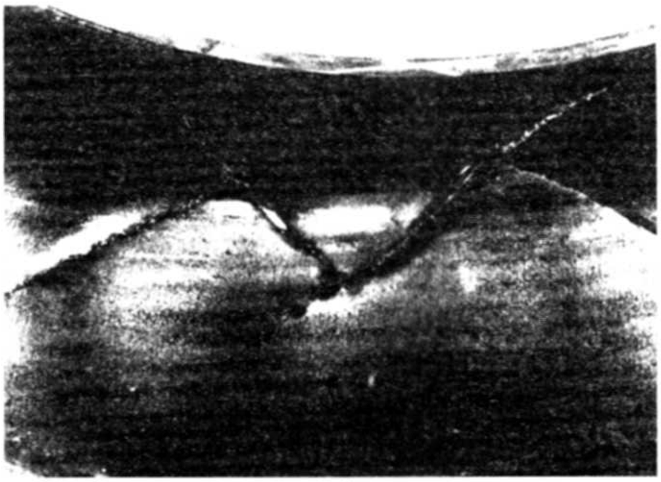


شکل ۱۷.

توصیه : تعویض کنید.

نوع خاصی از ترک‌خوردگی لاستیک ناشی از یخ زدن آب و انبساط آن در لاستیک است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۸.

در تراکتورهای مزرعه، لاستیک مخصوص شخم‌زدن ممکن است بر اثر یک‌ور شدن تراکتور از شکل طبیعی خود خارج شود. بدین ترتیب نیروی پیچشی شدیدی بر لاستیک وارد می‌شود، به‌ویژه اگر میزان باد لاستیک کم باشد دیوارهٔ جانبی داخلی لاستیک بر اثر مجموعه‌ای از ترک‌خوردگیها پاره خواهد شد.

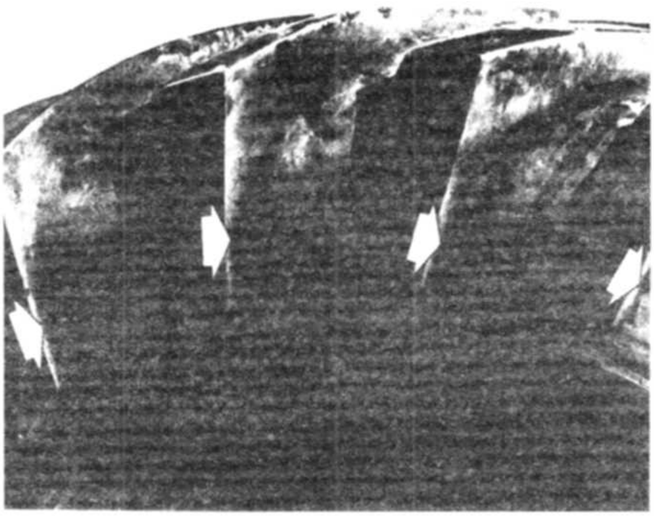
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۹.

این مسئله همچنین موجب ایجاد مجموعه‌ای از ترک‌خوردگیها بر روی آج لاستیک و گاهی گسترش آنها بر روی دیوارهٔ جانبی خواهد شد که نمونه‌ای از آن در شکل مقابل مشاهده می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.

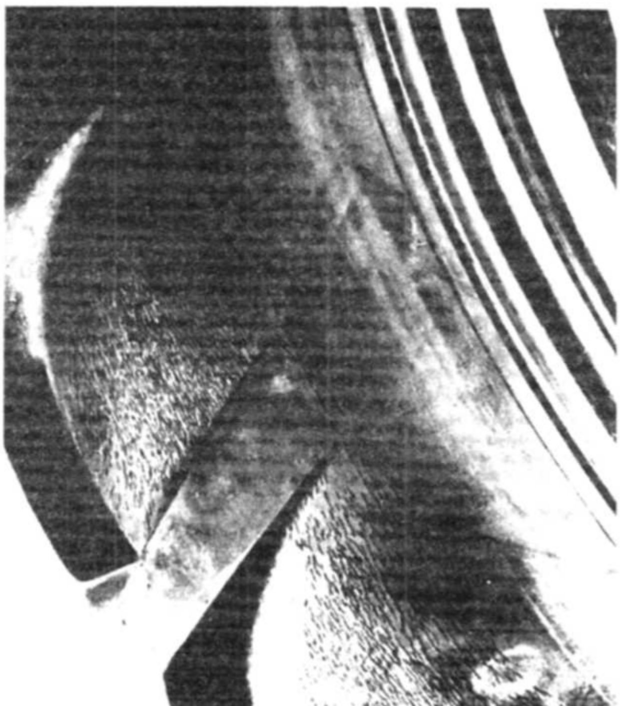


شکل ۲۰.

ترک‌خوردگیهای لاستیک

ترک‌خوردگیهای کوچک بر روی دیوارهٔ جانبی لاستیک معمولاً ناشی از زیاد بودن باد لاستیک است. معمولاً این ترک‌خوردگیها فقط جنبهٔ ظاهری دارد و بر عمر مفید لاستیک اثر نمی‌گذارد.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۲۱.

سایش

چنانچه تعداد وزنه‌های بالانس چرخ تراکتور کم باشد یا باد لاستیک خیلی زیاد باشد، سایش آج به صورت غیریکنواخت یا برخورد و برش لاستیک هنگام کار سخت روی سطوح ساینده مشاهده خواهد شد. درگیر شدن ناگهانی کلاچ هنگام راه افتادن نیز موجب این نوع سایش آج خواهد شد. دنده‌های آج از ناحیهٔ لبهٔ جلو نیز بریده و ساییده می‌شوند.

توصیه : مجدداً استفاده کنید. اگر سایش شدید است، تعویض کنید.



شکل ۲۲.

حرکت لاستیکهای تراکتور بر روی کاه‌بن ذرت موجب سایش و پنچری لاستیک می‌شود. به منظور جلوگیری از این آسیب یا به حداقل رساندن آن، فاصلهٔ دو لاستیک عقب را به نحوی تنظیم کنید که هیچ‌یک از لاستیکها از روی کاه‌بن رها نشوند. هنگامی که چرخها با کاه‌بن در تماس هستند، از بکسواد کردن چرخها جلوگیری کنید.

توصیه : تعویض کنید.

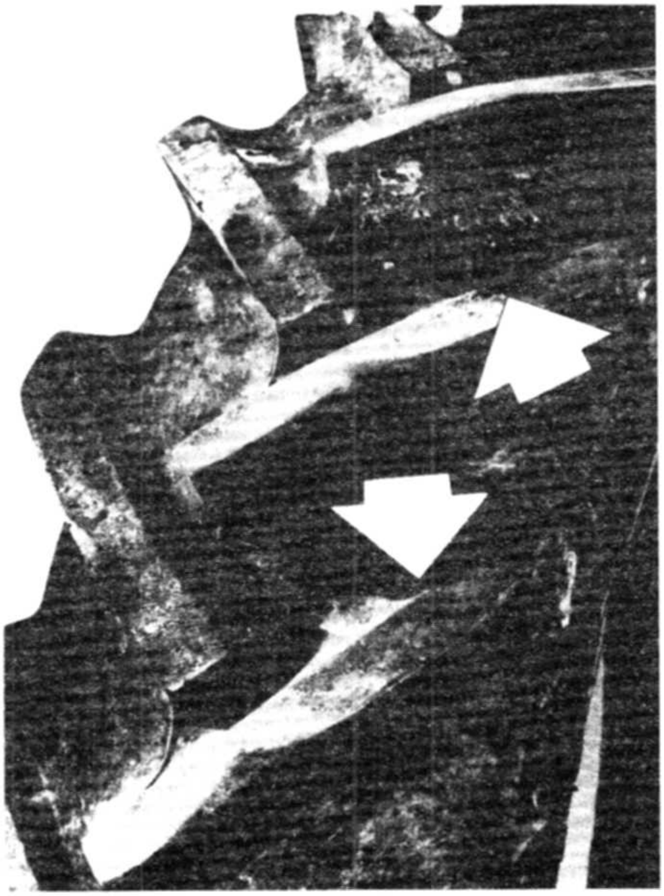


شکل ۲۳.

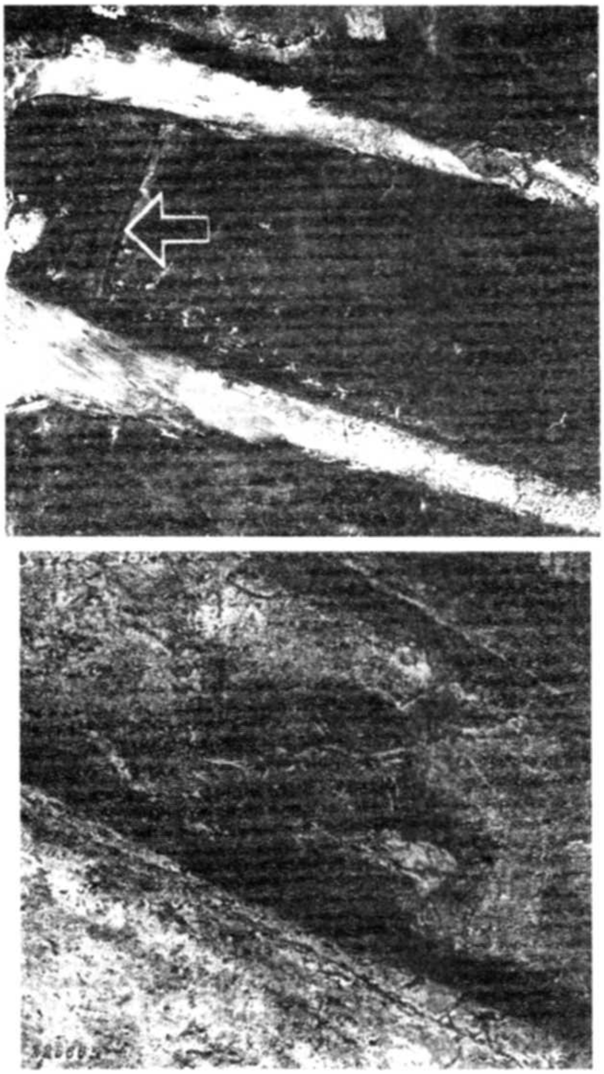
صاف شدن آج

حرکت با لاستیکهای کم‌باد روی زمینهای ناهموار، موجب تغییر شکل نامطلوب لاستیکها خواهد شد. دندههای آج هنگامی که زیر بار رفته و از زیر بار خارج می‌شوند، پیچ و تاب می‌خورند. بر روی سطوح ساینده یا سخت، این عمل موجب صاف شدن لاستیک، دندهٔ آج یا بستها شده و آنها را به صورت نامنظم و زودتر از موعد فرسوده می‌کند.

توصیه : لاستیک را به نحو صحیح بادکرده، مجدداً استفاده کنید.



شکل ۲۴.

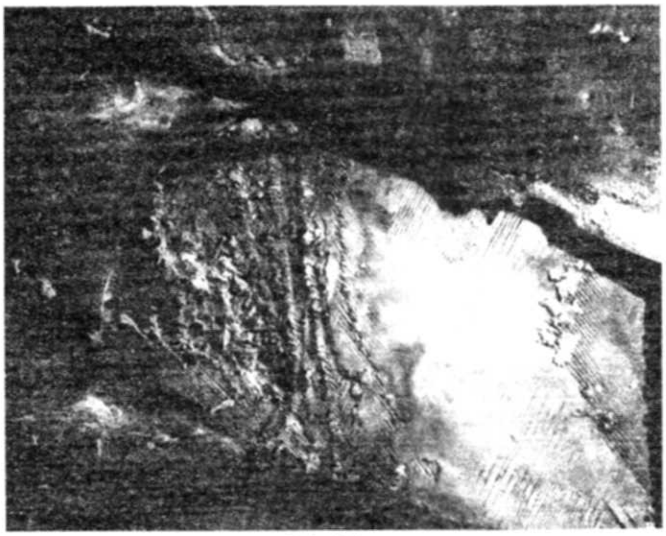


شکل ۲۵.

آج و برشهای جانبی

بسیاری از لاستیکهایی که بر اثر برخورد با مانع یا بریدگی دچار آسیب می‌شوند، قابل تعمیر و استفادهٔ مجددند. بریدگیها و پارگیهای نخهای لاستیک باید بلافاصله تعمیر شوند.

توصیه : تعمیر و مجدداً استفاده کنید.



شکل ۲۶.

در صورت عدم تعمیر، رطوبت و مواد خارجی وارد بریدگیها می‌شود و نخهای لاستیک را خراب می‌کند.

توصیه : تعویض کنید.

خودآزمایی

پرسش

۱. علت عمدهٔ سایش نوک دندانه‌های چرخ زنجیر چیست؟

۲. (درست یا نادرست) رانندگی در سربالایی موجب تسریع سایش متعلقات زیرین خواهد شد.

۳. (درست یا نادرست) حرکت زنجیر مخصوص زمینهای برفی بر روی سطوحی که پوشیده از برف نباشد، به ندرت موجب آسیب زنجیر می‌شود.

۴. (درست یا نادرست) کشش بیش از حد زیاد یا کم می‌تواند موجب آسیب دیدن روکش سطح لاستیک و بست زنجیر مخصوص حرکت بر روی زمینهای برفی شود.

۵. علل عمدهٔ ترک‌خوردگی روکش سطح لاستیک چیست؟

۶. علل ترک‌خوردگیهای روی دیواره‌های لاستیک چیست؟

۷. (درست یا نادرست) راندن تراکتور در حالی که باد لاستیک آن کم است بر روی جاده‌های ناهموار موجب سایش بستها یا دنده‌های آج می‌شود.

۸. (درست یا نادرست) در صورتی که بریدگیها یا پارگیها به نخهای لاستیک برسد، همیشه باید لاستیک را تعویض کرد و قابل تعمیر نیست.

۱۱

خرابیهای متفرقه



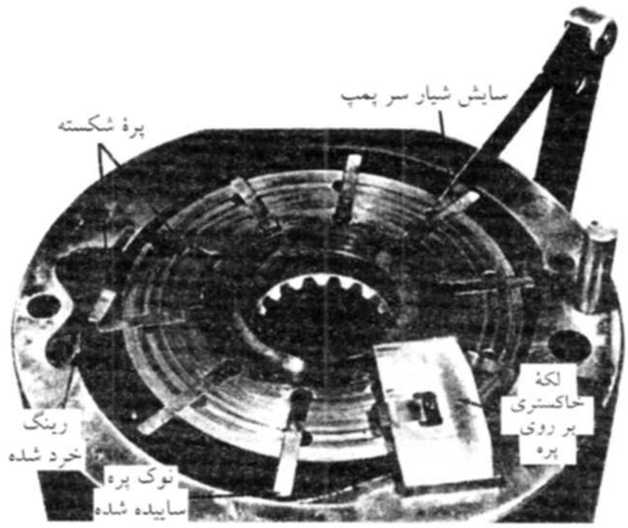
مقدمه

این بخش به بررسی خرابیهای متفرقه در اجزای زیر می‌پردازد:

- سرپمپ
- پره‌های پمپ
- تیغه‌های دوار
- بلندکن انگشتی ماشین کاشت
- شمعها
- اُرینگها
- بست کولر میانی
- اتصالات

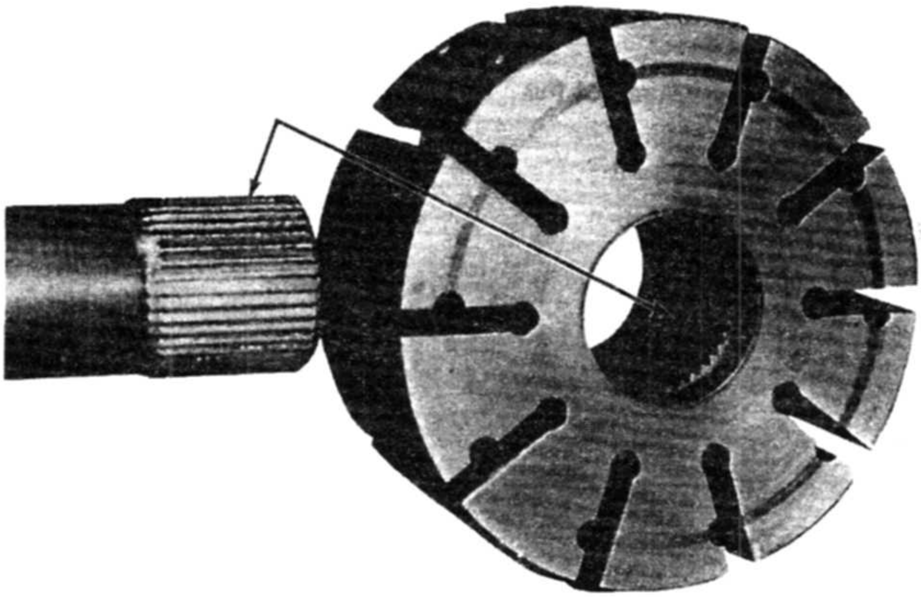
سر پمپ

یکی از متداولترین علل آسیب دیدن **سرپمپ، سایش** حاصل از خراش‌دهی است. این شکل، **انواع مختلف آسیب** وارد بر یک سرپمپ هیدرولیک را نشان می‌دهد. پره‌ها خاکستری‌رنگ بوده و سایش شیار سرپمپ بیش از ۰٫۰۰۲ اینچ (۰٫۰۵ میلیمتر) است. نوک پره‌ها ساییده شده و سرپمپ گریپاژ کرده است. حلقهٔ بادامک نگهدار نیز دارای دو علامت شکستگی ناگهانی با فاصلهٔ ۱۸۰ درجه است. یک پره بر اثر برخورد پله‌های حلقهٔ بادامک نگهدار شکسته است.



شکل ۱.

توصیه : تعویض کنید.



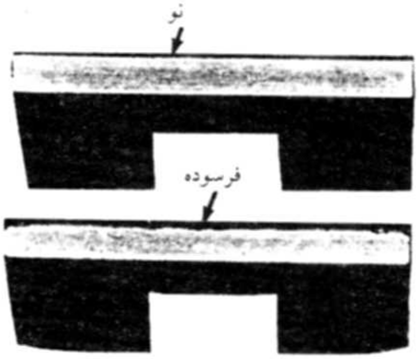
شکل ۲.

یک حلقهٔ بادامک نگهدار ساییده‌شده، موجب سایش سرپمپ و هزارخار شفت شده است (پیکانها). پره‌هایی که بر روی سطح حلقهٔ بادامک نگهدار بالا و پایین می‌روند، بر اثر سایش حاصل از خراش‌دهی شدیداً فرسوده شده و موجب سایش هزارخار شده‌اند.

توصیه : تعویض کنید.

آلودگیهای موجود در روغن موجب سایش نوک پره‌ها (ته آنها) می‌شود. هنگام عملکرد عادی، پره در مقابل حلقه قرار می‌گیرد و یک فیلم روغن موجب روغنکاری نوک پره‌ها و حلقهٔ بادامک نگهدار می‌شود.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳.

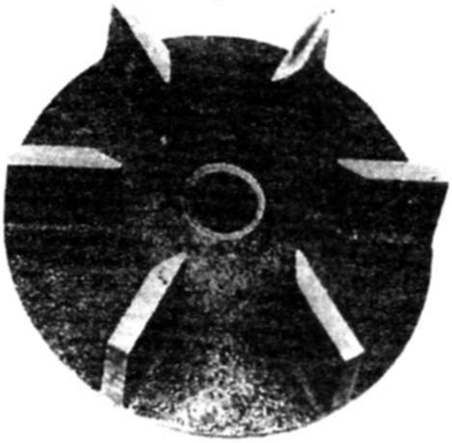
سیّال آلوده به روشهای مختلفی موجب آسیب دیدن پمپ می‌شود. ذرات جامد آشغال و شن در سیال، مانند ساینده، قطعاتی راکه محکم به هم متصل شده‌اند، می‌ساید. این عمل موجب سایش غیرعادی قطعات می‌شود.

لجن حاصل از واکنش شیمیایی سیال موجب تغییر شدید دما یا میعان می‌شود. مایع بر روی قطعات داخلی پمپ تشکیل شده، بالاخره موجب گرفتگی پمپ می‌شود. اگر سمت ورودی پمپ مسدود شود، دچار کمبود روغن شده، گرما و اصطکاک موجب گریپاژ کردن قطعات پمپ خواهد شد.



شکل ۴.

توصیه : تعویض کنید.



شکل۵.

پره‌های پمپ

سایش حاصل از خراش‌دهی زمانی اتفاق می‌افتد که ذرات سخت تحت فشار، بر روی سطح می‌لغزند یا می‌غلتند، یا سطحی سخت با سطح سخت دیگر اصطکاک پیدا می‌کند. برجستگیهای سطح سخت‌تر موجب خراشیدگی یا کنده شدن مواد نرمتر خواهد شد.

پرهٔ نو (شکل ۵) را می‌توان با پرهٔ فرسوده (شکل ۶) ــ که از موتوری برداشته شده که در سیستم خنک‌کنندهٔ آن شن وجود داشته است ــ مقایسه کرد. عمل سایش حاصل از ذرات ساینده که با سرعت زیاد حرکت می‌کنند، موجب گرد شدن گوشه‌های پره و تغییر شکل تدریجی آن می‌شود.

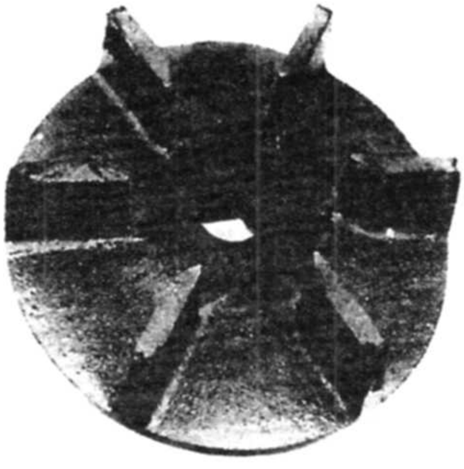


شکل ۶.

توصیه : تعویض کنید.

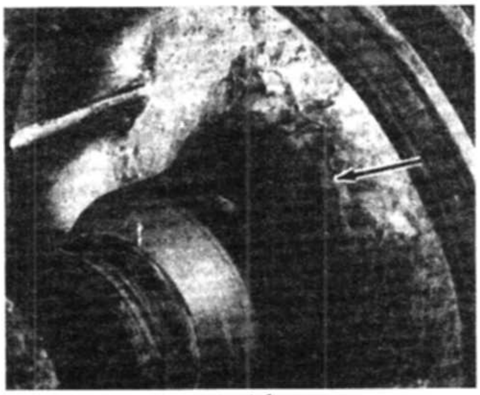
نوع دیگر آسیب پره، خوردگی ناشی از حفره‌زایی است. خوردگی یا ساییدگی حاصل از حفره‌زایی ناشی از حرکت نسبی بین سطح فلزی و سیال است. حفره‌های کوچک هوا در سیال تشکیل و سپس متلاشی می‌شوند. این امر موجب وارد آمدن فشار ضربه‌ای شدید به فلز و تشکیل حفره‌های ناشی از حفره‌زایی می‌شود.

در شکل ۷، پرهٔ پمپ بر اثر حفره‌زایی آسیب دیده است. نوع دیگر آسیب ناشی از حفره‌زایی بر روی پرهٔ پمپ در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۷.

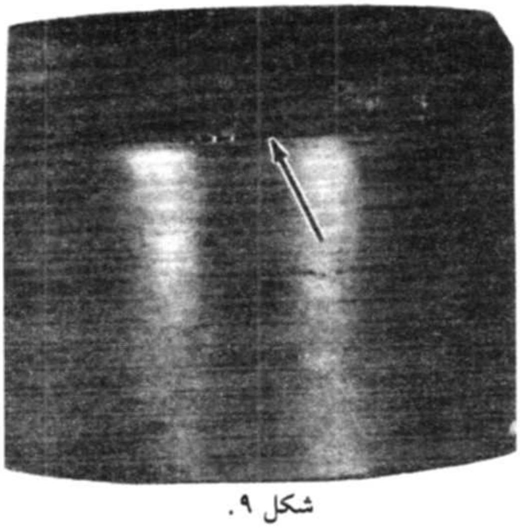
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۸.

ن بوش پروانهٔ پمپ برنزی، خوردگی حاصل از ساییدگی را ‌ٔسان می‌دهد. جریان آب بسیار شدید بوده است.

ِصیه : تعویض کنید.



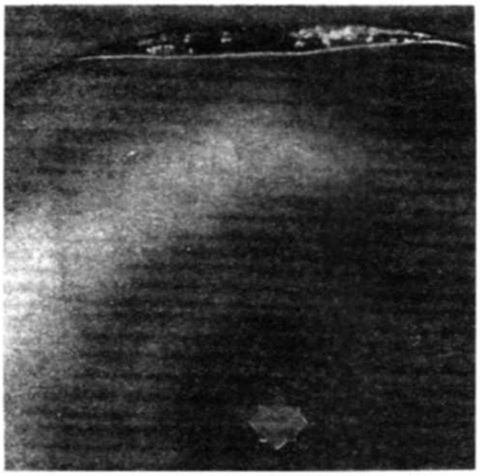
شکل ۹.

تیغه‌های دوار

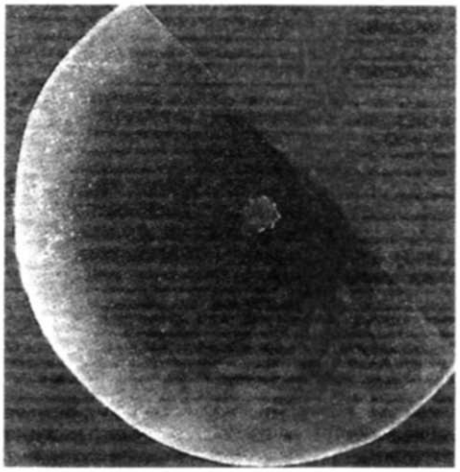
تصاویر شش تیغهٔ دوار زیر، نشان‌دهندهٔ خرابیهای تیغه‌های دوار است که اغلب با آن مواجه می‌شوید.

خرابی این دو تیغهٔ دوار ناشی از مواد معیوب است.

توصیه : تعویض کنید.



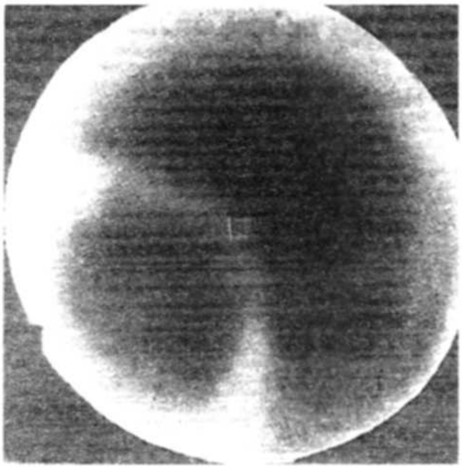
شکل ۱۰.



شکل ۱۱.

لب‌پریدگی این تیغهٔ دوار ناشی از تکان شدید یا گیر کـردن است.

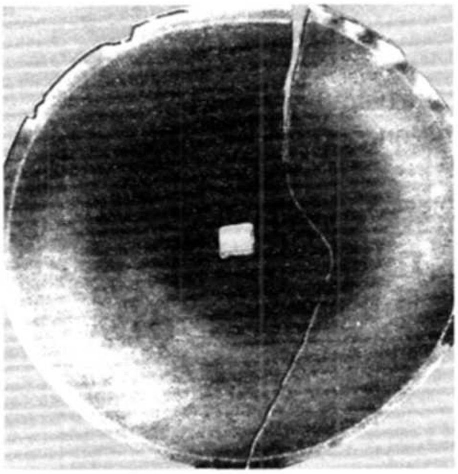
توصیه : تعویض کنید.



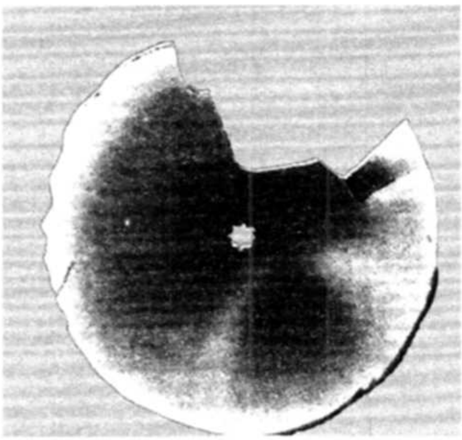
شکل ۱۲.

این تصاویر نشان‌دهندهٔ شکستگی بدون جهت، ناشی از تکان شدید یا گیر کردن است.

توصیه : تعویض کنید.



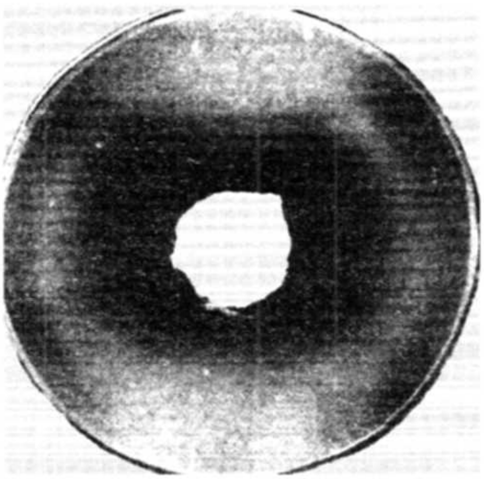
شکل ۱۳.



شکل ۱۴.

وسط این تیغه بر اثر تکان شدید یا گیر کردن شکسته و جدا شده است.

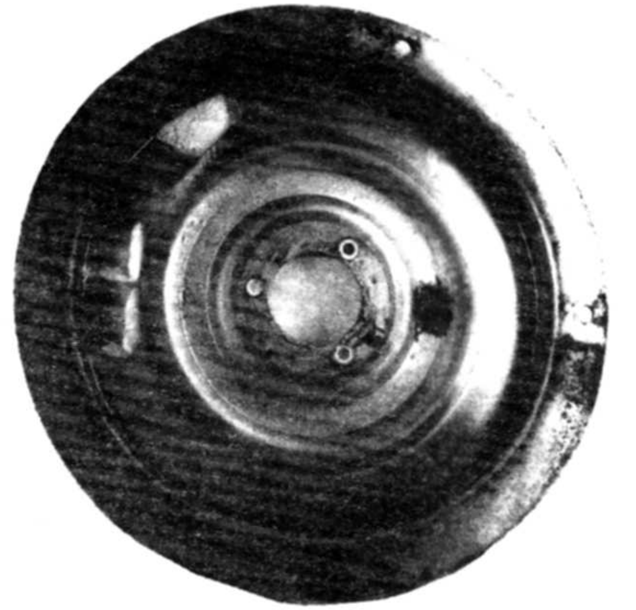
وصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۵.

بلندکن انگشتی ماشین کاشت

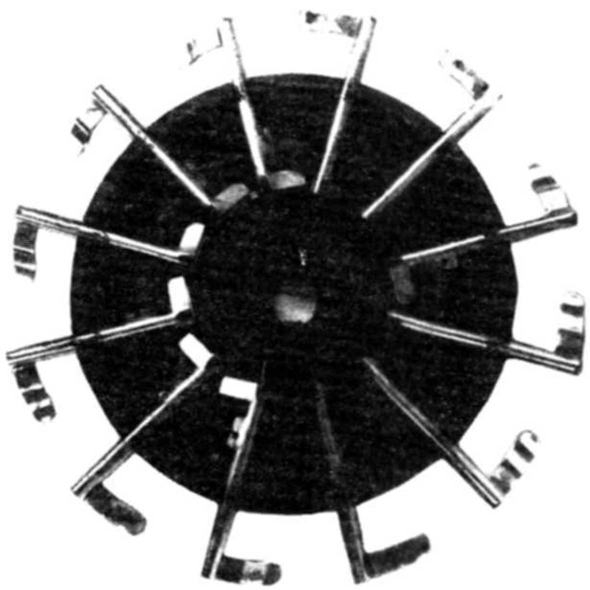
هنگامی که لایهٔ کروم صفحهٔ فلزی ساییده شد و سایش پوستهٔ فولادی سخت شده آغاز شد، صفحهٔ فلزی را تعویض کنید. سایش شدید فرورفتگیها موجب تجمع ذرات، به‌ویژه دانه‌های کوچک ذرات خواهد شد.



شکل ۱۶.

عدم روانکاری موجب تسریع سایش صفحهٔ فلزی حامل و بلندکن انگشتی می‌شود. هر روز باید یک قاشق چای‌خوری پودر گرافیت درون هر محفظهٔ دانه پاشیده شود.

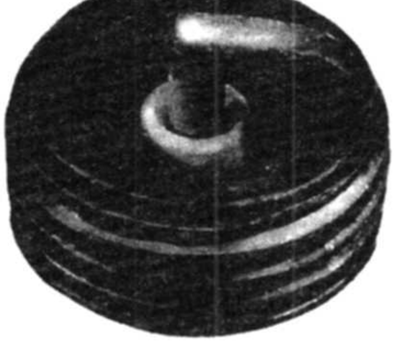
توصیه : تعویض کنید.



شکل ۱۷.

شمعها

تجمع ذرات قهوه‌ای‌رنگ تا خاکستری ـ قهوه‌ای و سایش اندک الکترود و عادی. و نشان‌دهندهٔ تنظیم مناسب موتوری است.



شکل ۱۸.



شکل ۱۹.

تجمع روغن مرطوب همراه با سایش کم الکترود می‌تواند به علت عبور روغن از کنار رینگهای فرسوده یا لقی بیش از حد راهنمای ساق سوپاپ باشد.

راه‌اندازی موتور نو یا تازه تعمیرشده قبل از اینکه رینگها کاملاً سر جای خود قرار گیرند، ممکن است موجب بروز این وضعیت شود.

توصیه : تمیز کرده، فاصلهٔ الکترود را تنظیم و سپس مورد استفاده قرار دهید یا تعویض کنید.

تجمع ذرات خشک، سیاه و کرک‌دار ناشی از وجود مخلوط غنی از سوخت در کاربراتور است. گرفتگی فیلتر هوا می‌تواند موجب انسداد جریان هوا به کاربراتور و غنی شدن مخلوط سوخت و هوا شود. جرقهٔ ضعیف شمعها (خرابی پلاتین، ضعیف شدن کوئل یا فیوز دلکو) می‌تواند موجب کاهش ولتاژ خروجی و تک کار کردن موتور شود. کثیف شدن شمع، نتیجهٔ این نوع خرابی است نه علت بروز آن.



شکل ۲۰.

توصیه : تمیز کرده، فاصلهٔ الکترود را مجدداً تنظیم و دوباره مورد استفاده قرار دهید یا تعویض کنید.

لایه‌های قرمز، قهوه‌ای، زرد و سفید تجمع‌یافته بر روی چینی شمع، محصولات فرعی احتراق و ناشی از روغن روانکاری و سوخت هستند که امروزه عموماً هر دو مواد افزودنی دارند.

توصیه : تمیز کرده، فاصلهٔ الکترود را مجدداً تنظیم و دوباره مورد استفاده قرار دهید یا تعویض کنید.



شکل ۲۱.

شـوک حـرارتـی یکـی از عـلل مـتداول شکسـتگی و ترک‌خوردگی لبه‌های چینی شمع است. نادرست بودن زمان جرقه زدن و پایین بودن درجهٔ اکتان سوخت معمولاً از علل بروز خرابیهای ناشی از شوک حرارتی است. افزایش سریع دمای لبه‌ها تحت شرایط کاری سخت موجب شوک حرارتی و در نتیجه شکستگی می‌شود.



شکل ۲۲.

توصیه : تعویض کنید.

علت متداول دیگر پوسته شـدن یـا شکسـتگی لبـه‌های چینی، عدم دقت هنگام تنظیم مجدد فاصله است، خواه از طریق خم کردن الکترود مرکزی، یا از طریق وارد آمدن فشار به لبه‌های الکترود مرکزی یا چینی توسط ابزار فیلرگیری در هنگام خم کردن الکترود جانبی برای تنظیم فاصله باشد. یک شمع نو نصب کنید.



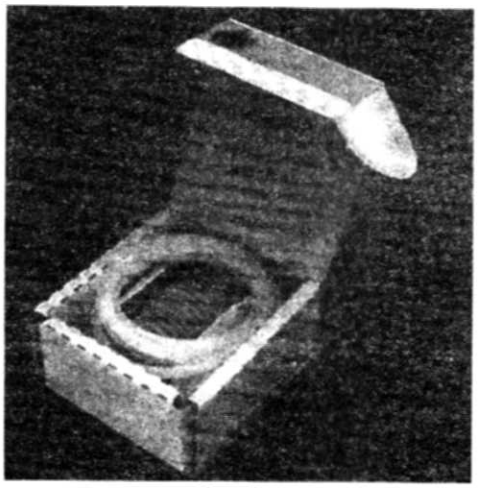
شکل ۲۳.

پیش‌انفجار موجب سوختگی یا پوسته شدن دو لبهٔ چینی شده و ساییدگی شدید الکترودها نشان‌دهندهٔ حرارت بیش از حد است. گیر کردن صفحات روپوش پره، کثیف شدن فین موتور و چسبندگی سوپاپها نیز می‌تواند موجب پیش‌انفجار شود. رقیق بودن ترکیب سوخت ـ هوا نیز علت دیگری برای بروز این مشکل به شمار می‌رود.

توصیه : تعویض کنید.

جعبه‌های لوازم آزمایش روغن

جعبه‌های لوازم آزمایش روغن مانند جعبهٔ آزمایش روغن جان‌دیر را می‌توان به منظور کنترل وضعیت موتور، گیربکس مجزا، یا سیستم هیدرولیک، جعبه‌دنده، دیفرانسیل یا کرانویل ـ پینیون مورد استفاده قرار داد. نمونهٔ روغن گرفته شده از محل مورد نظر، از لحاظ آلودگی و وجود ذرات معلق آزمایش می‌شود. نمونه‌گیری مداوم از روغن این اجزا، راننده را از احتمال بروز مشکل آگاه می‌کند. در نتیجه می‌توان قبل از اینکه خرابی منجر به از کار افتادن دستگاه شود، تعمیرات را انجام داد.



شکل ۲۴.

اُرینگها

اُرینگها در بسیاری از اجزای سیستم هیدرولیک به عنوان کاسه‌نمد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

خرابی اُرینگ می‌تواند ناشی از علل زیر باشد:

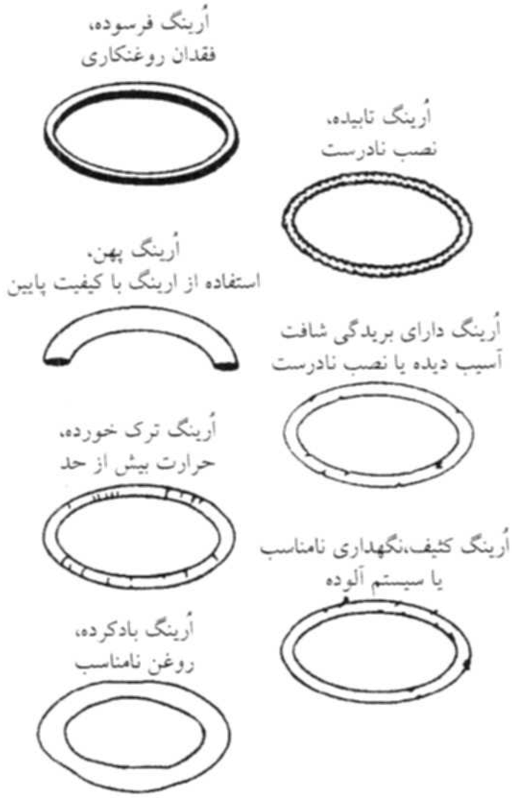
- **بریدگیها یا شکافهای ناشی از برخورد اشیا تیز**
- **حرارت**
- **استفاده از سیال نادرست**
- **فقدان روغنکاری**
- **نصب نادرست**

احتمالاً متداولترین علت خرابی عبارت است از برشها و شکافهای ایجادشده در حین نصب اُرینگ یا نصب قطعه.

حرارت بیش از حد باعث آسیب دیدن اُرینگ و سایر کاسه‌نمدها می‌شود. علل زیادی برای گرم شدن بیش از حد سیستم هیدرولیک وجود دارد، اما استفاده از روغن نامناسب، پایین بودن سطح روغن یا کثیف بودن روغن، ساده‌ترین علل از لحاظ کنترل و رفع عیب به شمار می‌روند.

استفاده از روغن نامناسب نه‌تنها موجب بروز مشکل ناشی از حرارت می‌شود بلکه موجب بروز واکنش شیمیایی نیز می‌شود که اغلب اُرینگها و سایر کاسه‌نمدهای موجود در سیستم را نرم یا سخت می‌کند.

تعویض اُرینگها در زمان سوار کردن مجدد اجزای سیستم هیدرولیک همواره توصیه می‌شود.



شکل ۲۵.

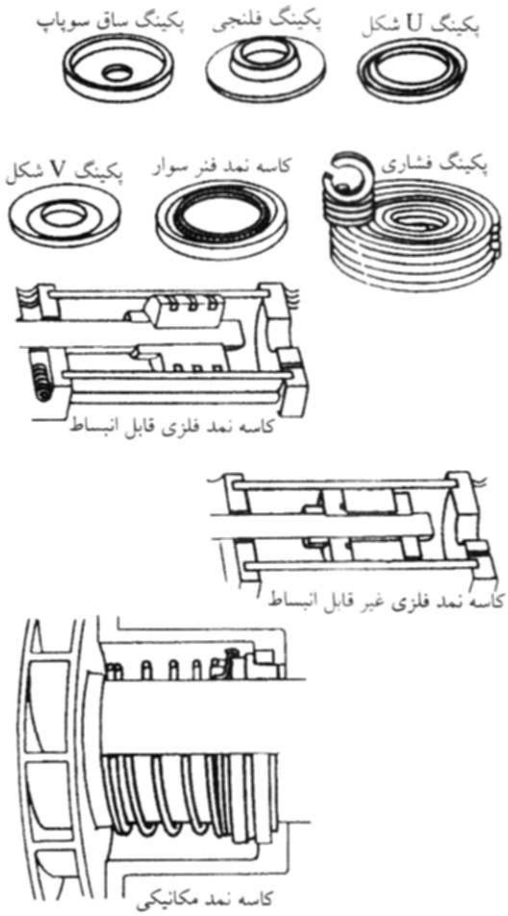
سایر کاسه‌نمدهای سیستم هیدرولیک

اگرچه اُرینگ متداولترین کاسه‌نمد مورد استفاده در سیستم هیدرولیک به شمار می‌رود، اما در این سیستم کاسه‌نمدهای دیگری نیز وجود دارند که عبارت‌اند از:

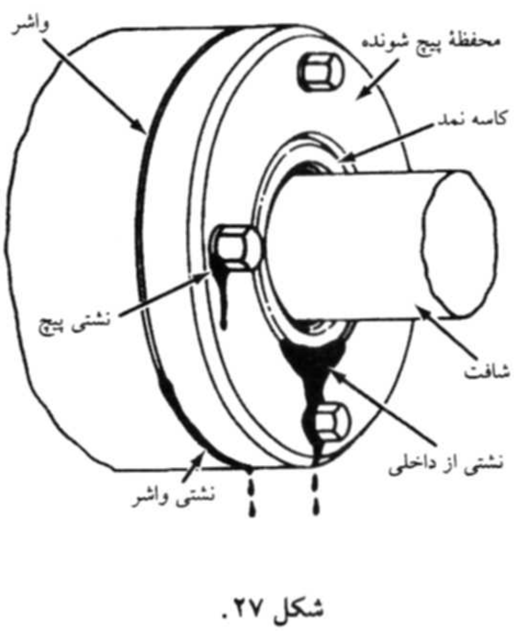
۱. پکینگ ساق سوپاپ
۲. پکینگ فلنجی
۳. پکینگ U شکل
۴. پکینگ V شکل
۵. کاسه‌نمد فنرسوار
۶. پکینگ فشاری
۷. کاسه‌نمد مکانیکی
۸. کاسه‌نمد فلزی غیرقابل انبساط
۹. کاسه‌نمد فلزی قابل انبساط

اغلب کاسه‌نمدها شکننده‌اند و به راحتی آسیب می‌بینند. جابه‌جایی صحیح هنگام نگهداری در انبار و نصب حائز اهمیت بسیار است. قبل از استفاده از کاسه‌نمد، به آن آسیب نرسانید.

توصیه می‌شود هنگام تعمیر یکی از اجزاء، تمام کاسه‌نمدهای آن را تعویض کنید. قبل از نصب مجدد قطعه، علت نشتی را پیدا کنید. ممکن است مشکل ناشی از آسیب کاسه‌نمد نباشد.



شکل ۲۶.

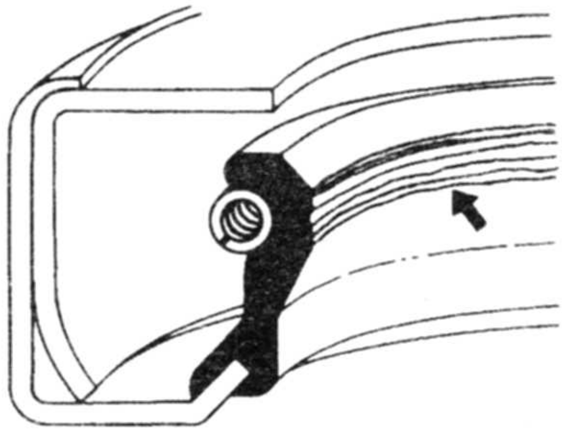


شکل ۲۷.

اگر مشخص شود که کاسه‌نمد آسیب دیده است سعی کنید علت آن را بیابید.

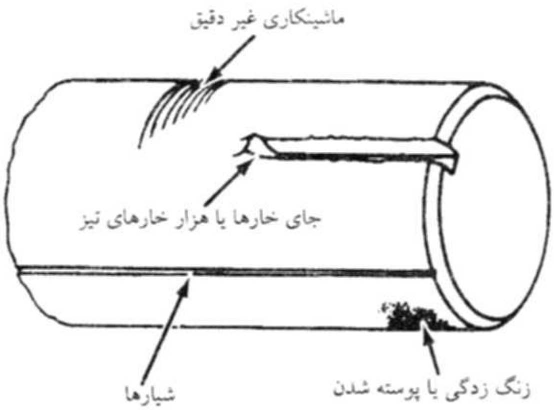
سطح کاسه‌نمد یا لبه‌های آن را (علامت پیکان) از نظر سایش غیرعادی، پیچش، کنده شدن، یا ورود ذرات خارجی بازدید کنید.

این کاسه‌نمد توسط یک شافت زبر، ساییده شده است.



شکل ۲۸.

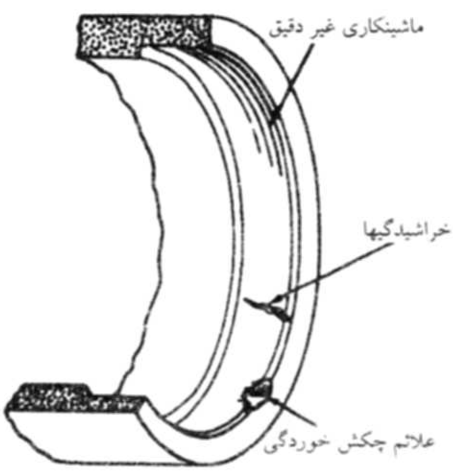
شافتها را در محل تماس با کاسه‌نمد از نظر زبرشدگی بازدید کنید. خراشها و شکافهای عمیق بر روی شافت می‌تواند موجب آسیب دیدن شود.



شکل ۲۹.

هزارخار شافت، جاخار یا لبهٔ پلیسه شده نیز می‌تواند موجب شکاف یا بریدگی لبهٔ این کاسه‌نمد در حین نصب شده باشد.

سوراخ محل نصب کاسه‌نمد را بازدید کنید. خرابیهای سطح داخلی این سوراخ می‌تواند موجب آسیب دیدن کاسه‌نمد و نشتی شود.



شکل ۳۰.

استفاده از روغن هیدرولیک توصیه‌نشده می‌تواند موجب سخت یا نرم شدن لاستیک مصنوعی کاسه‌نمدها شود.

اگر از کاسه‌نمد مورد تأیید کارخانه استفاده شود و کاسه‌نمد اسفنجی شود، در سیستم هیدرولیک از روغن نامناسب استفاده شده است.

سخت شدن لبه‌ها (علامت پیکان) می‌تواند بر اثر واکنش شیمیایی ناشی از استفاده از روغن نامناسب یا حرارت بیش از حد درون سیستم، بروز کند.

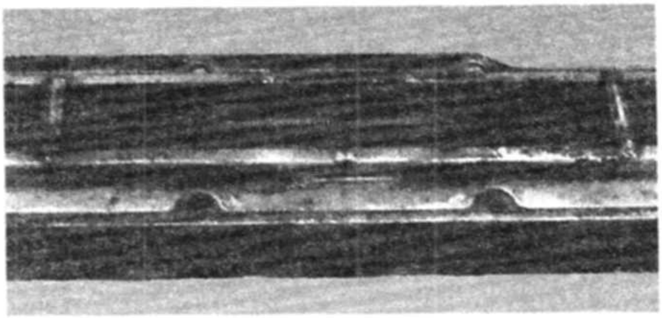


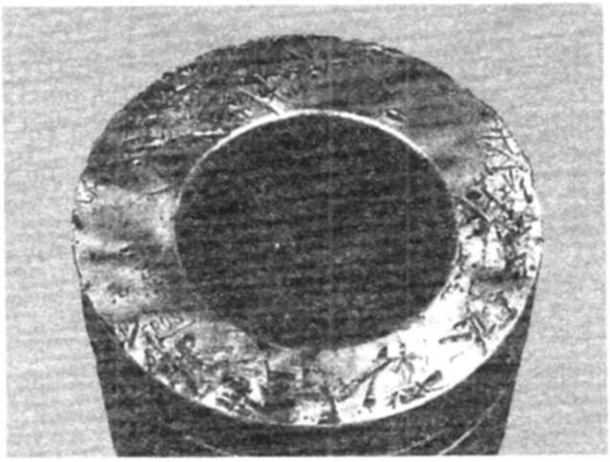
شکل ۳۱.

بست کولر میانی

برخی از کولرهای میانی بستهایی (A) دارند که ممکن است شل شده و وارد سیلندر موتور شوند. قطعات بست وارد تاج این پیستون شده‌اند.

توصیه: کولر را با یک کولر نوع جدیدتر تعویض کنید.





شکل ۳۲.

اتصالات

بیشتر خرابیهای اتصالات در حین استفاده از دستگاه رخ می‌دهد. این خرابیها همچنین می‌توانند در هنگام سفت کردن یک پیچ سرتخت، در جریان مونتاژ ماشین نیز رخ دهند. کشش نامناسب این پیچ می‌تواند ناشی از سوار کردن نادرست یا ضریب اصطکاک غیرعادی باشد.

انواع خرابیها در حین سوار کردن

شکستن پیچ

خرابی این پیچ سرتخت ناشی از کیفیت پایین رزوه‌ها یا ضریب اصطکاک بالا بین اجزاست.

توصیه : تعویض کنید.

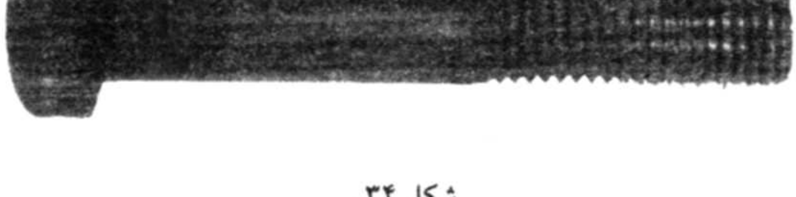


شکل ۳۳.

برهم‌سایی

تغییر شکل این رزوه‌ها ناشی از تماس ضعیف و نامناسب با مهره است.

توصیه : تعویض کنید.



شکل ۳۴.

خرابی در اثر کشش و تسلیم به پیچ

گشتاور زیاد موجب کشیدگی این پیچ و کاهش ضخامت روزه‌ها شده است.

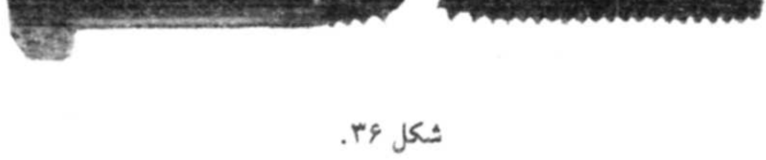
توصیه : تعویض کنید و گشتاور نصب را کاهش دهید.



شکل ۳۵.

هنگامی که اصطکاک کم است، گشتاور توصیه‌شده موجب ایجاد کشش زیاد در پیچ سرتخت شده، این نوع خرابی پدید می‌آید.

توصیه : تعویض کنید و گشتاور را کاهش دهید.

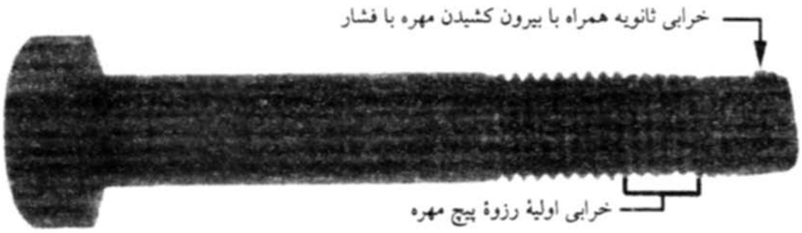


شکل ۳۶.

خرابی رزوهٔ پیچ شش‌گوش / مهره

پیچ شش‌گوش ممکن است بر اثر استفاده از مهره‌ای با روزه‌های کوتاه یا سختی نامناسب هرز شود.

توصیه : از مهره‌ای که دارای کیفیت بهتر باشد استفاده کنید یا ارتفاع مهره را افزایش دهید.

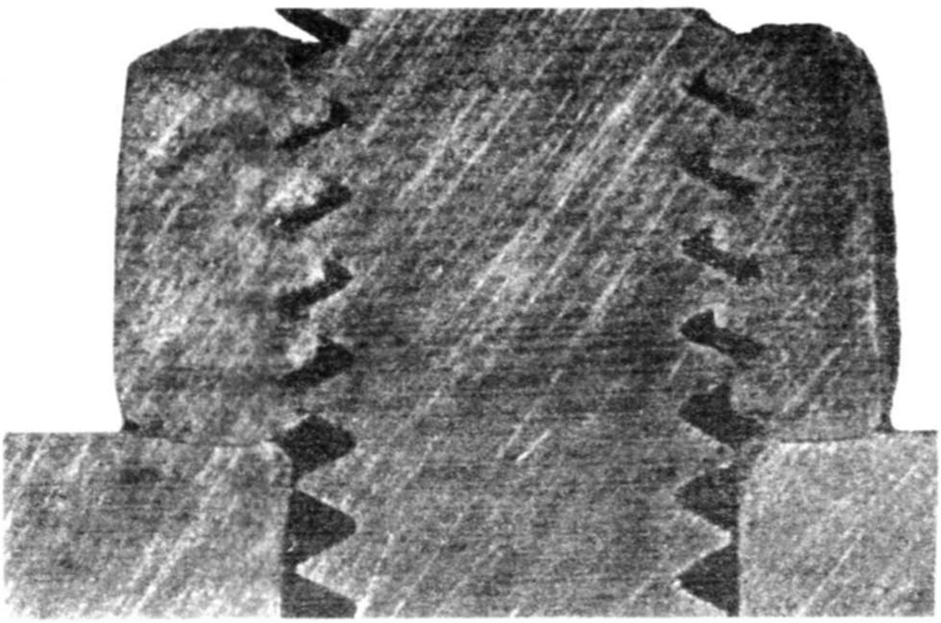


شکل ۳۷.

انبساط مهره

هنگامی که مهرهٔ با کیفیت پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد، قطر سطح واشرخور مهره زیاد می‌شود.

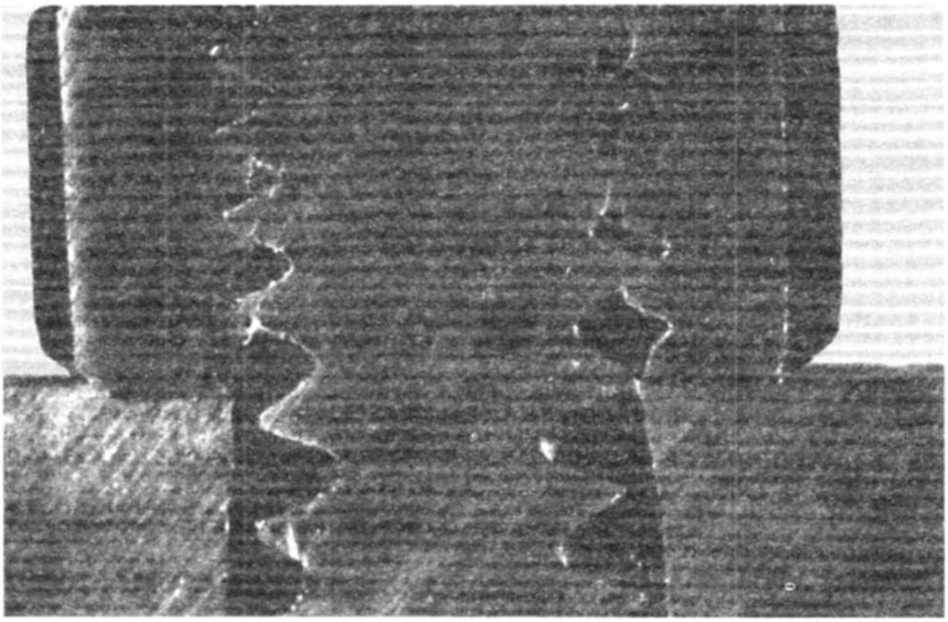
توصیه : مهره را تعویض و از مهرهٔ مقاومتر استفاده کنید، یک واشر محکم به اتصال اضافه کرده یا از مهرهٔ فلنجی استفاده کنید.



شکل ۳۸.

در این تصویر اتصالات مقاومتر از قطعاتی هستند که آنها را به هم متصل می‌کنند. سطح واشرخور مهره به سطح قطعه فشرده شده است. سوراخ قطعه نیز تغییر شکل یافته است.

توصیه: با مهرهٔ فلنجی تعویض کنید، یک واشر سخت اضافه کنید یا سختی قطعات را افزایش دهید.

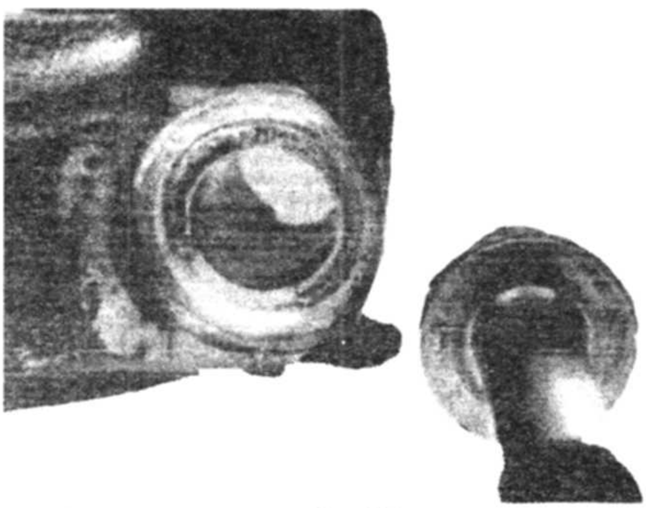


شکل ۳۹.

برهم‌سایی

اصطکاک سطوح در این قطعات درگیرشونده، که هنگام نصب می‌چرخند، نتیجهٔ پرداخت ضعیف سطح یا فقدان روغن است.

توصیه: صافی سطح را افزایش دهید، روغن را اضافه کنید یا میزان سختی سطح را تغییر دهید.



شکل ۴۰.

انواع خرابی در حین استفاده یا پس از سوار کردن

خرابی در اثر قیچی شدن

وضعیت این پیچ شش‌گوش نشان‌دهندهٔ این است که باری بزرگ به صورت اُریب بر روی قطعات درگیرشونده وارد شده است.

توصیه: پیچ را تعویض و گشتاور آن را افزایش دهید. برای تحمل این‌گونه بارها از بوش استفاده کنید. پیچ را با یک پیچ شش‌گوش بزرگتر تعویض کنید.



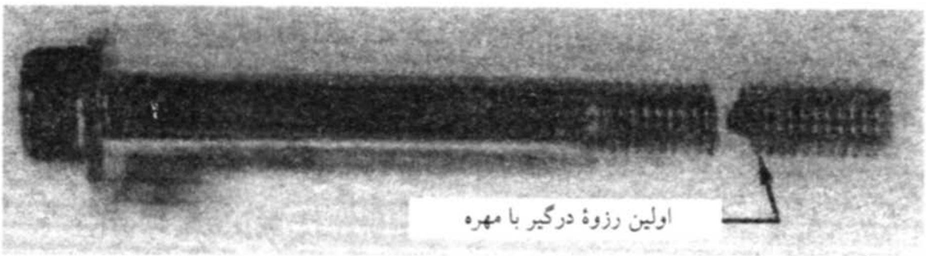
شکل ۴۱.

شکست قطعات در اثر خستگی

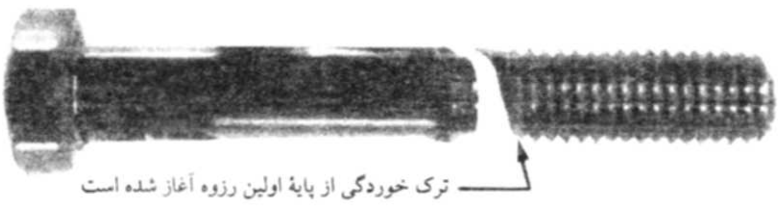
این اتصالات بر اثر پایین بودن گشتاور پیچ شش‌گوش یا ترکیبی از پایین بودن گشتاور و بالا بودن تنش چرخشی خراب شده‌اند. میزان بار احتمالاً بیش از میزان مورد انتظار بوده یا با بارهای خمشی ترکیب شده است.

پیچها را با پیچهای شش‌گوش بزرگتر تعویض کنید. تمرکز تنش بر روی پیچهای شش‌گوش را کاهش دهید.

توصیه: پیچ را تعویض و از پیچ شش‌گوش با گشتاور بالاتر استفاده کنید.



شکل ۴۲.

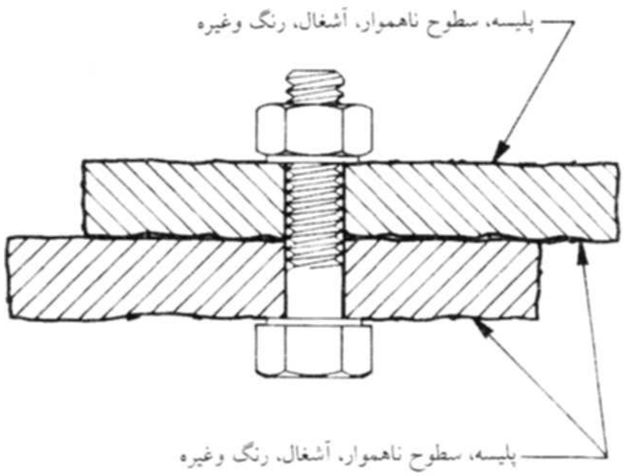


شکل ۴۳.

کاهش گشتاور پیچ شش‌گوش پس از سوار کردن

سطوح کثیف یا زبر می‌توانند موجب ارتعاش در اتصال و شل شدن پیچ شش‌گوش شوند.

توصیه : به منظور کاهش تنش تماسی، سطوح را تمیز کنید. در رزوه‌ها از وسایل قفل‌کننده استفاده کنید.



شکل ۴۴. پلیسه، سطوح ناهموار، آشغال، رنگ و غیره

خودآزمایی

پرسش

۱. (جاهای خالی را پر کنید). علت متداول خرابی سرپمپ و پره‌های پمپ عبارت است از ـــــ ـــــ.

۲. (جاهای خالی را پر کنید). ـــــ علت دیگر آسیب دیدن پره‌های پمپ است.

۳. متداولترین علت خرابی دیسک چیست؟

۴. تجمع کربن یا دوده بر روی شمعها نشان‌دهندهٔ ترکیب بیش از حد رقیق یا بیش از حد غلیظ در کاربراتور است.

۵. (جاهای خالی را پر کنید.) علت متداول شکست یا ترک‌خوردگی لبه‌های چینی شمعها عبارت است از ـــــ ـــــ

۶. (درست یا نادرست) خرابی ناشی از شوک حرارتی شمع معمولاً به دلیل تنظیم نادرست زمان احتراق و پایین بودن کیفیت سوخت است.

۷. (جاهای خالی را پر کنید.) عبور روغن از رینگهای پیستون فرسوده یا راهنماهای ساق سوپاپ فرسوده می‌تواند موجب ـــــ ـــــ بر روی شمعها شود.

۸. (جای خالی را پر کنید.) محکم کردن بیش از حد پیچهای شش‌گوش یا استفاده بیش از حد از گریس هنگام سوار کردن مجدد می‌تواند موجب ـــــ اُرینگها شود.

۹. (جاهای خالی را پر کنید.) ـــــ ـــــ می‌تواند موجب کشیدگی پیچ سرتخت و کاهش ضخامت رزوه‌ها شود.

۱۰. (درست یا نادرست) کثیف و زبر بودن سطوح می‌تواند موجب ارتعاش اتصال و شل شدن پیچ شش‌گوش شود.

فرهنگ اصطلاحات

A

ساینده Adrasive Wear

آسیب سطح ناشی از تماس لغزشی آن با ذرات سخت خارجی.

سایش چسبنده Adhesive Wear

آسیب سطحی که عموماً بر اثر تماس فلز با فلز ایجاد می‌شود. ذرات ناصاف به یکدیگر جوش خورده، سپس از هم جدا می‌شوند و باعث سایش یا خراشیدگی یک یا هر دو سطح در تماس خواهند شد.

بلبرینگ (یاتاقان ضداصطکاک) Anti-friction Bearings

قطعه‌ای جهت کاهش اصطکاک که در آن اجزای غلتشی نظیر ساچمه یا غلتک بین سطوح در تماس با هم قرار می‌گیرد.

B

لقی (چرخدنده) Backlash (Gears)

خلاصی یا «بازی» دو چرخدندهٔ درگیر.

تسمهٔ ذوزنقه‌ای راه‌راه Banded V - Belts

چند تسمهٔ ذوزنقه‌ای که به صورت دائمی به یکدیگر ولکانیده شده‌اند.

یاتاقان Bearings

نگاه کنید به بلبرینگ و یاتاقانهای بوشی

صفحه یاتاقان Bearing Plateo

قطعه‌ای در گیربکس هیدروستاتیکی یا پمپ هیدرولیک.

کمپرس رد کردن Blow-by

نشتی یا کاهش فشار بر اثر عبور گاز از رینگ پیستون.

سوراخ Bore

سطح داخلی منفذ استوانه

تورفتگی Brinelling

اثر فشردن یک قطعه فلز بر روی فلز دیگر که موجب گود شدن یک یا هر دو سطح در تماس خواهد شد.

C

میل‌سوپاپ Camshaft

محور حامل بادامکهایی که موجب عملکرد سوپاپهای موتور می‌شوند.

رسوب کربن Carbon Deposits

رسوبات سخت تشکیل‌شده بر روی قطعاتی از موتور که در معرض گازهای حاصل از احتراق قرار دارند.

سخت کردن سطحی Carburization

افزودن کربن به سطح قطعات فولادی از طریق عملیات حرارتی به منظور افزایش سختی و مقاومت در برابر فرسایش و دوام قطعه. نوعی سخت‌گردانی سطحی که اغلب در مورد چرخدنده‌هایی که تحت بارهای سنگین قرار دارند، اعمال می‌شود.

خرد شدن سطحی Case Crushing

خرد شدن سطح خارجی (پوستهٔ) چرخدنده‌ای که از طریق عملیات حرارتی سختکاری سطحی شده است.

آسیب ناشی از حفره‌زایی Cavitation Damage

حفره‌دار شدن سطح فلزی که در معرض جریان مایع قرار دارد و بر اثر تجمع حبابهای بخار ورودی ایجاد می‌شود. خوردگی اغلب عاملی برای بروز این نوع آسیب به شمار می‌رود.

زنجیرها Chains

مجموعه‌ای از اتصالات فلزی یا حلقه‌های قابل انعطاف که به یکدیگر متصل شده‌اند.

خوردگی شیمیایی Chemical Corrosion

آسیب سطحی ناشی از تماس با مایع یا گاز فعال از لحاظ

شیمیایی ـ مانند زنگ‌زدن فولاد در تماس با رطوبت هوا یا آب.

جریان سرد Cold Flow

حرکت فلز تحت فشار بالا، در دمای اتاق.

کوبیدن موتور Combustion Knock

این صدا زمانی شنیده می‌شود که سوخت درون سیلندر خیلی زود، خیلی سریع یا به صورت غیریکنواخت محترق شود.

آلودگی Contamination

ذرات خارجی که می‌توانند باعث آسیب دیدن قطعه شوند.

خوردگی Corrosion

نگاه کنید به خوردگی شیمیایی

میل‌لنگ Crankshaft

محور محرک اصلی موتور که با استفاده از لنگها حرکت رفت و برگشتی را به حرکت چرخشی تبدیل می‌کند.

لهیدگی Crush

وضعیتی که در یاتاقانهای بوشی به وجود می‌آید. هر نیمه از هلالی یاتاقان باید مقدار بسیار جزئی در پشت لبه‌های جداکنندهٔ شاتون و کپهٔ آن کشیده شود. هنگامی که پیچهای سرتخت یا پیچهای شاتون محکم می‌شوند، نیمه‌های هلالی یاتاقان به سطح داخلی فشرده می‌شوند تا در جای خود محکم شوند.

بدنهٔ موتور Cylinder Block

محفظهٔ موتور، پمپ هیدرولیک یا موتور هیدرولیک شامل سیلندرها همراه با سایر اجزای کارکردی.

سوراخ سیلندر Cylinder Bore

سطح داخلی سیلندر که پیستون در آن حرکت می‌کند.

بوش سیلندر گیربکس Cylinder Bore Bushing

غلاف یا لولهٔ بین پیستون و سیلندر در گیربکسهای هیدروستاتیکی

سرسیلندر Cylinder Head

قسمتی از موتور که به بدنه پیچ می‌شود و سر مسدود محفظهٔ احتراق را به وجود می‌آورد. شامل سوپاپها و مجراهای عبور سوخت، هوا و گازهای خروجی و آب خنک‌کاری است.

بوش سیلندر Cylinder Liner

غلاف یا لولهٔ قابل تعویض که درون بدنهٔ موتور قرار می‌گیرد تا سطح داخلی سیلندر در موتور قابل تعویض باشد.

D

انفجار ضربه‌ای Detonation

احتراق غیرقابل کنترل همراه با کاهش توان و اتلاف انرژی.

تسمهٔ محرک Drive Belt

تسمه‌ای که برای انتقال توان بین فلکهٔ محرک و فلکهٔ متحرک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

E

حفره‌های الکتریکی Electrical Pits

جدا شدن بخش کوچکی از سطوح در تماس با جریان برق.

ساییدگی Erosion

ساییده شدن سطح بر اثر برخورد ذرات ساینده معلق در گاز یا مایع.

F

خستگی Fatigue

خرابی ایجادشده در قطعه که با ترک‌خوردگی حاصل از قرار گرفتن در معرض تنش متناوب آغاز و موجب بروز اشکال در یک کاربرد خاص می‌شود.

زنگ‌زدگی اتصال Fit Rust

زنگ‌زدگی ایجاد شده در زمانی که قسمت خارجی یاتاقان ضداصطکاک در محفظهٔ خود شل می‌شود. نوع خاصی از ساییدگی. (نگاه کنید به کچلی)

ورقه شدن Flaking

جدا شدن لایه‌های نازک از سطح قطعهٔ فلزی

مادهٔ خارجی Foreign Material

هر ذره یا ماده‌ای که در جایی قرار گیرد که نباید وجود داشته باشد. مثلاً وجود آشغال در روغن موتور.

کچلی Fretting

نوعی ساییدگی ناشی از حرکت رفت و برگشتی جزئی بین

قطعات فلزی که در تماس نزدیک با یکدیگر قرار دارند. این نوع ساییدگی معمولاً با خوردگی یا زنگ‌زدگی همراه است.

G

برهم‌سایی Galling

آسیب سطحی که بر اثر اصطکاک بین قطعات فلزی جفت‌شونده ایجاد می‌شود. نوع شدید سایش حاصل از درگیری است. (نگاه کنید به سایش حاصل از درگیری).

چرخدنده Gear

قطعه‌ای استوانه‌ای یا مخروطی که بر روی یک سطح خود دندانه‌هایی دارد که با دندانه‌های قطعهٔ دیگری که هم‌محور با آن نباشد، درگیر یا جفت می‌شوند.

شمع‌گرم‌کن Glow Plug

قطعه‌ای که به منظور بهبود بخشیدن به وضعیت استارت در برخی موتورهای دیزل طراحی شده است. المنت گرمکن در محفظهٔ احتراق یا مینفولد ورودی

کنده شدن Gouging

شیارهای عمیق در سطح بر اثر لغزش یا وارد آمدن ضربه توسط اجسام بزرگ و سخت.

شیار Groove

مجرای باریک و طویلی که در سطح ایجاد می‌شود.

H

گیربکس هیدروستاتیکی Hydrostatic Transmission

گیربکس هیدرولیکی که در آن از سیال تحت فشار برای انتقال توان موتور به چرخهای محرک ماشین استفاده می‌شود.

خرابی ناشی از ضربه Impact Failure

خرابی قطعه ناشی از وارد آمدن ضربه یا فشار ناگهانی که نیروی آن برای شکستگی فوری کافی باشد.

J

یاتاقان بوشی Journal Bearing

یاتاقانی که تماس لغزش را بین سطوح جفت‌شونده فراهم می‌کند؛ بوش.

K

کوبش موتور Knocking

سر و صدای ایجادشده در زمانی که سوخت درون سیلندر خیلی زود، خیلی سریع یا به طور غیریکنواخت محترق شود.

L

حلقه (زنجیر و متعلقات زیرین دستگاه)

Link (Track and Undercarriage)

قسمتی از یک زنجیر. مجموعه‌ای از اتصالات که به صورت زنجیروار توسط بوشها و پینها به یکدیگر متصل می‌شوند، به کفشکهای بعدی وصل شده و زنجیر را می‌سازند.

روغنکاری Lubrication

استفاده از یک ماده (گریس، روغن و غیره) جهت کاهش اصطکاک بین قطعات یا اشیا که در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند.

دنده مرده رفتن Lugging

این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که موتور با دوری خاص کار می‌کند و تحت باری قرار می‌گیرد که نمی‌تواند آن را با همان دور یا دور بالاتر تحمل کند.

O

رینگ روغن Oil ring

نزدیکترین رینگ پیستون به ته پیستون که کنترل روغنکاری بین پیستون و بوش سیلندر را بر عهده دارد.

سوخت‌رسانی اضافی Overfueling

وارد شدن سوخت به محفظهٔ احتراق موتور (وارد آمدن تنش بیشتر به قطعات) که مقدار آن بیشتر از حدی باشد که موتور برای آن طراحی شده است.

حرارت بیش از حد Overheating

گرم شدن یک جسم و رسیدن دمای آن به دمایی بالاتر از

آنچه که جسم می‌تواند تحمل کند.

بارگذاری بیش از حد Overloading

بالاتر بودن وزن تحمل‌شده یا کشیده شده توسط یک جسم از آنچه که جسم برای تحمل آن طراحی شده است.

دور بیش از حد Over Speeding

افزایش دور موتور در دقیقه به میزان بالاتر از حد طراحی شده برای موتور.

P

پینیون Pinion

چرخندهٔ کوچکتر در دو چرخندهٔ درگیر

پیستون Piston

قطعه‌ای استوانه که یک سر آن مسدود است و به وسیلهٔ شاتون به میل‌لنگ متصل می‌شود. نیروی حاصل از انبساط گازهای درون سیلندر به سر مسدود پیستون فشار وارد می‌کند و باعث می‌شود شاتون میل‌لنگ را به حرکت درآورد.

رینگ پیستون Piston Ring

رینگ منبسط‌شونده‌ای که درون شیارهای پیستون قرار می‌گیرد و موجب آب‌بندی پیستون در مقابل خروج گاز و سیال می‌شود.

حفره‌دار شدن (چرخنده‌ها یا یاتاقانها)

Pitting (Gears or Bearings)

نوعی آسیب سطح که در صورت بارگذاری متناوب بر روی دو قطعهٔ دارای تماس لغزشی یا غلتشی به وقوع می‌پیوندد. نوعی خستگی سطحی.

چرخندهٔ سیاره‌ای Planet Gear

چرخنده‌ای که چرخندهٔ خورشیدی را به کرانویل متصل می‌کند.

پیش‌اشتعال Preignition

اشتعال پیش از زمان مقرر (در موتورهای بنزینی). جرقه زدن شمع و انفجار مخلوط هوا و سوخت درون سیلندر قبل از تکمیل تراکم

پروانهٔ پمپ Pump Impeller

قطعهٔ گردان پمپ که به صورت مداوم نیروی لازم برای حرکت سیالات را فراهم می‌آورد.

سرپمپ Pump Rotor

قطعه‌ای شبیه پروانهٔ پمپ

میل تایپیت Push Rod

میلهٔ استوانه‌ای یا مکعب‌شکل برای انتقال حرکت بین بالابرهای سوپاپ و انگشتی سوپاپ در موتورهای احتراق داخلی. میل تایپیت توسط برآمدگیهای میل‌سوپاپ فعال می‌شود و سوپاپها را باز و بسته می‌کند.

R

رانش Riding

تغییر شکل سطح چرخنده بر اثر تنش زیاد بین دو چرخندهٔ درگیر.

چرخندهٔ حلقوی Ring gear

قطعهٔ حلقوی شکل دارای دندانه در قطر داخلی و خارجی. از قبیل چرخندهٔ حلقوی استارت، چرخنده‌ای که چرخنده‌های خورشیدی و سیاره‌ای را در یک سیستم سیاره‌ای احاطه می‌کند یا چرخندهٔ مخروطی مارپیچ در دیفرانسیل.

موج‌دار شدن Rippling

موج‌دار شدن متناوب چرخنده بر اثر تنش زیاد بین دو چرخندهٔ درگیر.

انگشتی سوپاپ Rocker Arm

در موتور احتراق داخلی، اهرمی که تقریباً در نقطهٔ وسط دارای مفصل است و توسط میل تایپیت که به یک سر آن متصل شده، به کار می‌افتد تا ساق سوپاپ را که به سر دیگر آن وصل شده به حرکت درآورد.

غلتکها (زنجیر و متعلقات زیرین دستگاه)

Rollers (Track and Undercarriage)

اجزای غلتشی زنجیر که مانع شکم دادن قسمت بالای زنجیر، از طریق تحمل وزن این قسمت می‌شود. غلتکها در ته شاسی نصب شده و بیشتر وزن ماشین را تحمل می‌کنند.

مجموعهٔ دوّار Rotating Assembly (Turbocharger)

قطعات دوار یا چرخندهٔ توربوشارژر. (چرخها و شافت)

پارگی Rapture (Belt)

وضعیت ظاهری یک تسمهٔ منقطع.

S

خراشیدگی Scoring

ایجاد شیار در سطح یک یا دو قطعه که در ارتباط با یکدیگر حرکت می‌کنند، بر اثر وجود مواد سخت خارجی که ممکن است درون یکی از سطوح یا روی آن قرار داشته باشند.

فرسایش Scuffing

نوعی آسیب سطحی ناشی از فقدان متناوب روغنکاری. (نگاه کنید به سایش حاصل از درگیری)

گریپاژ Seizure

توقف ناگهانی حرکت بین دو قطعه به علت اصطکاک و حرارت شدید بین آنها. حرارت باعث انبساط قطعات و کاهش فاصلهٔ بین آنها و رسیدن این فاصله به صفر می‌شود.

شافت Shaft

قطعهٔ بلند و باریک و معمولاً استوانه‌ای.

بارگذاری ضربه‌ای Shock Loading

قرار دادن بار بسیار سنگین بر روی یک قطعه برای مدت زمان کوتاه.

لجن Sludge

مواد غیرمحلول و ته‌نشین‌شده حاصل از روغن، از قبیل مواد حاصل از روغن کارتل موتور.

مالش Smearing

جابه‌جایی فلز سطح از یک قسمت سطح به قسمت دیگر، معمولاً به علت اصطکاک یک قطعه بر روی سطح به وجود می‌آید که فاصلهٔ لازم و روغنکاری بین آنها به اندازهٔ کافی نباشد.

کندگی Spalling

شمع‌گرمکن Spark Plug

قطعه‌ای که به سیلندر موتور احتراق داخلی (بنزینی) پیچ می‌شود و دارای یک جفت الکترود است که بین آنها تخلیهٔ الکتریکی انجام می‌شود تا مخلوط هوا و سوخت را محترق کند.

محور Spindle

شافت کوچک، باریک، و مخروطی.

چرخ زنجیر Sprocket

چرخ دارای دندانه که این دندانه‌ها به منظور انتقال قدرت، به اتصالات زنجیر متصل می‌شوند.

خرابی ناشی از بار استاتیکی Static Failure

خرابی قطعه به علت بیش از حد بودن بار (بارگذاری بیش از حد).

سگدست Steering Knuckle

مجموعهٔ دارای لولا یا مفصل برای انتقال نیرو از شافت فرمان به اکسل جلو به منظور کنترل جهت حرکت.

تنش Stress

مقدار نیرو بر واحد سطح.

صفحه لنگ Swashplate

صفحه‌ای فلزی در گیربکس که کنترل‌کنندهٔ موقعیت و حرکت پیستونهاست، و در نتیجه سرعت و جهت حرکت ماشین را تعیین می‌کند.

T

تاپیت Tappet

قطعهٔ تنظیم‌کننده برای تغییر فاصلهٔ بین ساق سوپاپ و بادامک. تاپیت ممکن است با بالا بردن سوپاپ موتور یکپارچه شود یا در انگشتی سوپاپ بر روی موتور با سوپاپهای آویزان (موتوری که سوپاپهایش در سرسیلندر واقع شده است) نصب شود.

گشتاور Torque

نیروی چرخشی یا پیچشی.

خستگی پیچشی Torsional Fatigue

ترک‌خوردگی یا خرابی قطعه بر اثر تابیدگی متناوب یا مداوم با نیرویی که برای قطعهٔ مورد نظر بسیار زیاد است.

زنجیر (شنی) Track (Crawler)

مجموعه‌ای شامل کفشکهای درگیر با زمین که به اتصالات

زنجیر متصل می‌شود؛ توسط چرخ زنجیر به حرکت در می‌آید تا خودرو شنی‌دار را به حرکت درآورد.

گیربکس Transmission

مجموعه‌ای از چرخدنده‌ها یا سایر اجزای مورد استفاده برای حفظ تغییرات سرعت یا جهت بین شافت ورودی و خروجی.

توربوشارژر Turbocharger

توربینی که با دود خروجی به حرکت در می‌آید و چرخ کمپرسور مرکزگریز را به حرکت در می‌آورد.

U

چهارشاخ گاردان Univeral Joint

اتصالی که حرکت چرخشی یک شافت را به شافت دیگری، که با آن در یک خط مستقیم واقع نشده، منتقل می‌کند.

V

سوپاپ Valve

هر وسیلهٔ متحرک برای کنترل حرکت مایع یا گاز از طریق باز کردن یا بستن یک راهگاه. در موتور، وسیله‌ای برای باز کردن و بستن ورودی سیلندر و دریچه‌های خروجی.

مکانیسم محرک سوپاپ Valve Gear Train

سوپاپهای موتور و مکانیسم عملکرد سوپاپ که کنترل‌کنندهٔ جریان ورودی و خروجی هوا از محفظهٔ احتراق است.

سیت سوپاپ Valve Seat

محل قرارگرفتن سوپاپ.

فنر سوپاپ Valve Spring

فنر متصل‌شده به سوپاپ که سوپاپ را پس از بالا رفتن یا باز کردن محل مورد نظر، سر جای خود برمی‌گرداند.

راهنمای ساق سوپاپ Valve Stem guide

بوش یا سوراخی که ساق سوپاپ در آن می‌لغزد.

تسمهٔ ذوزنقه‌ای V-Belt

تسمه‌های انتقال توان بین فلکه‌ها یا فلکه‌های شیاردار. قسمتی از تسمه که در شیار چرخ قرار می‌گیرد به شکل V است تا بتواند در جهات مختلف شیار تسمه گیر کند و بدین ترتیب اصطکاک لازم را برای انتقال توان فراهم آورد.

ارتعاش Vibration

حرکت ارتعاشی یا لغزشی.

پاسخ پرسشهای خودآزمایی

فصل ۱

۱. الف) ترکیب رقیق سوخت
ب) پایین بودن بیش از حد عدد اکتان سوخت
ج) جلو انداختن بیش از حد زمان جرقه
د) دندهٔ مرده رفتن یا سوخت‌رسانی بیش از حد
ه) داغ شدن بیش از حد سیستم خنک‌کننده

۲. پیش‌انفجار

۳. خرابی حاصل از مواد ساینده و خراشیدگی

۴. ورود مواد ساینده به درون سیستم از خارج

۵. تجمع رسوب بر اثر حرارت بیش از حد، سوخت محترق نشده و زیاد بودن روغن که ابتدا تجمع یافته و سپس سخت می‌شوند. موجب می‌شود تا رینگها درون شیارهای خود بچسبند.

۶. الف) ایجاد گازبند بین پیستون وسیلندر
ب) کمک به خنک کردن پیستون از طریق انتقال حرارت
ج) کنترل روغنکاری بین پیستون و دیوارهٔ سیلندر

۷. ج) بوش سیلندر.

فصل ۲

۱. آشغال

۲. تمیز کردن کامل مناطق اطراف یاتاقان هنگام نصب

۳. استفاده از گشتاور توصیه‌شده برای سفت کردن پیچهای شاتون

۴. ناهمراستایی شاتون

۵. خوردگی حاصل از تشکیل اسید در روغن.

فصل ۳

۱. سوپاپها، به‌ویژه سوپاپهای خروجی

۲. حرارت بیش از حد

۳. حرارت بیش از حد در ساق سوپاپ؛ حرارت هنگام انتقال از طرف راهنمای سوپاپ به سمت بدنهٔ موتور، از ساق سوپاپ گرفته نمی‌شود.

۴. لقی نادرست تایپیت موجب می‌شود سوپاپ از نشیمنگاه خود خارج شود.

۵. درست

۶. درست

۷. خستگی حرارتی ناشی از داغ شدن بیش از حد.

۸. تشکیل ذرات کربن بین سوپاپ و نشیمنگاه آن.

۹. قرار دادن سوپاپ سر جای خود با فشار بیش از حد، اغلب موجب لقی بیش از حد سوپاپ می‌شود.

۱۰. نادرست.

فصل ۴

۱. الف) مواد خارجی
ب) آسیب حاصل از تماس
ج) ساییدگی یا فرسودگی

۲. به منظور جلوگیری از کمبود روغن در شافت توربوشارژر و یاتاقانها

۳. روغن آلوده

۴. بالا بودن بیش از حد دما

۵. نادرست

۶. عدم وجود روغن آلوده و مواد خارجی در مجموعه.

فصل ۵

۱. سایش حاصل از درگیری، خراش‌دهی و خوردگی

۲. بارگذاری بیش از حد

۳. خستگی
۴. ضربه
۵. بارگذاری بیش از حد بر روی چرخدنده
۶. درست
۷. استفاده از روغن نادرست یا پایین بودن سطح روغن یا عوض نکردن روغن به صورت مداوم.
۸. نادرست.

فصل ٦

۱. وزنی که شافت در حالت ثابت باید تحمل کند.
۲. درست
۳. بارگذاری بیش از حد
۴. درست
۵. فقدان روغنکاری یا آلودگی روغن
۶. انقطاع فیلم روغن.

فصل ۷

۱. خراشهای ظریف یا شیارهای روی سطح فلزی
۲. وجود آلاینده‌های ساینده در روغن هیدرولیک
۳. هنگامی که خراشها یا شیارها را بتوان به وسیلهٔ ناخن یا نوک قلم احساس کرد.
۴. جدایش فلزی از طریق اصطکاک شدید بین قطعات گردنده ایجاد می‌شود.
۵. فقدان روغنکاری
۶. پوسته شدن یا فرسایش سطح فلز
۷. حبابهای هوا در روغن که روی سطح متلاشی شده یا می‌ترکند.
۸. استفاده از روغن نامناسب، آلودگی روغن با آب، دمای بیش از حد
۹۲. وجود آلوده‌کننده‌های ساینده در روغن هیدرولیک
۱۰. فقدان روغنکاری یا وجود آلاینده‌ها در روغن.

فصل ۸

۱. رطوبت و مواد ساینده نظیر آشغال و شن
۲. استفادهٔ صحیح از روغن مناسب
۳. نادرست
۴. درست
۵. نادرست (سایش بر اثر تغییر بُعد)
۶. درست
۷. شافت خمیده یا وجود مواد خارجی بین یاتاقان و نشیمنگاه آن
۸. درست.

فصل ۹

۱. درست
۲. الف) شیارهای فلکه که به شدت فرسوده شده‌اند.
ب) کشش بیش از حد که موجب می‌شود تسمه با فشار درون شیار قرار گیرد.
ج) افتادن اشیاء درون شیار فلکه در حالی که محرک کار می‌کند.
۳. تماس تسمه با برخی از قطعات ماشین؛ که بیشتر ناشی از شل شدن تسمه است.
۴. لغزش تحت بار در حالت راه افتادن یا واماندن زیر بار.
۵. خارج شدن تسمه از شیار فلکه در هنگام کار
۶. وجود مواد خارجی در شیار فلکه
۷. فقدان روغنکاری
۸. نادرست.

فصل ۱۰

۱. پر شدن دندانه‌های چرخ زنجیر از آشغال یا گِل که موجب تغییر گام دندانه‌ها می‌شود.
۲. درست
۳. نادرست
۴. درست
۵. برخورد یک شیء
۶. بادکردن بیش از حد لاستیک
۷. درست
۸. نادرست (برخی از آنها قابل تعمیرند).

فصل ۱۱

۱. ساییدگی حاصل از خراش‌دهی
۲. خوردگی حاصل از حفره‌زایی
۳. وجود سنگ یا کُندهٔ درخت در محل کار دستگاه
۴. زیاد بودن میزان سوخت در مخلوط
۵. شوک حرارتی
۶. درست
۷. رسوب روغن مرطوب
۸. با فشار خارج شدن
۹. گشتاور بیش از حد
۱۰. درست.